



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍ HALY

VENTILATION AND AIR CONDITIONING OF THE SPORTS HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdeněk Lechnýř

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Zdeněk Lechnýř
Název	Vzduchotechnika sportovní haly
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá řešením vzduchotechnického zařízení sportovní haly. V teoretické části je řešeno téma distribuce vzduchu v halových objektech. V praktické části práce jsou navrženy dvě vzduchotechnické jednotky. První vzduchotechnická jednotka zabezpečuje teplo-vzdušné vytápění a klimatizování tělocvičny. Druhá jednotka zabezpečuje nucené větrání zázemí pro sportovce. V závěrečné části je vypracována projektová dokumentace vzduchotechniky pro zadaný objekt.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, sportovní hala, vzduchotechnická jednotka, dýza, distribuce vzduchu, tlumiče hluku.

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the following ventilation equipment of the sports hall. The theoretical part deals with the topic of air distribution in hall buildings. In the practical part of the work, two air handling units are designed. The first air handling unit controls the hot air heating and air conditioning of the gym. The second unit controls the forced ventilation of the facilities for athletes. The project documentation of ventilation and air conditioning for the specified object is elaborated in the final part.

KEY WORDS

Ventilation and air conditioning, sports hall, air handling unit, nozzle, air distribution, acoustic solutions.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Zdeněk Lechnýř *Vzduchotechnika sportovní haly*. Brno, 2021. 113 s., 50 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika sportovní haly* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Zdeněk Lechnýř
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování v první řadě patří mojí vedoucí bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za vstřícný a bezproblémový přístup při konzultacích a za její ochotu a trpělivost v každé situaci. Také bych chtěl poděkovat celé rodině za podporu a poskytnutí klidného studijního zázemí.

OBSAH

ÚVOD.....	10
A. TEORETICKÁ ČÁST.....	12
A.1 DISTRIBUCE VZDUCHU V OBJEKTECH S VYSOKÝMI STROPY	12
A.1.1 ÚVOD	12
A.1.2 PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI.....	13
A.1.3 KONCOVÉ KOMPONENTY V INTERIÉRU	14
A.1.4 ROZDĚLENÍ DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ	15
A.1.5 DISTRIBUČNÍ PRVKY S DOSAHEM PROUDU NAD 4 M	16
A.1.5.1 VELKOOBJEMOVÉ VÝUSTI	16
A.1.5.2 VÍŘIVÉ ANEMOSTATY (DRALLOVÉ VÝUSTI)	17
A.1.5.3 DÝZY (TRYSKY).....	18
A.1.6 NÁVRH DÝZY PRO PŘÍVOD U STROPU HALOVÉHO OBJEKTU	20
A.1.6.1 SKUPINOVÝ EFEKT PROUDĚNÍ.....	21
A.1.6.2 VÝPOČTOVÉ ŘEŠENÍ VLIVU PŘÍROZENÉ KONVEKCE NA PROUDĚNÍ VZDUCHU	22
A.1.6.3 SOFTWAREOVÉ ŘEŠENÍ VLIVU PŘÍROZENÉ KONVEKCE NA PROUD VZDUCHU	27
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	32
B.2 TEPELNÁ BILANCE	34
B.2.1 VENKOVNÍ KLIMATICKÉ PODMÍNKY	34
B.2.2 VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ PODMÍNKY	34
B.2.3 TEPELNÉ ODPORY KONSTRUKCÍ	36
B.2.4 TEPELNÉ ZTRÁTY.....	37
B.2.5 TEPELNÉ ZISKY	38
B.3 PRŮTOKY VZDUCHU	40
B.3.1 PRŮTOKY VZDUCHU V ZÓNĚ JEDNA (TĚLOCVIČNA)	40
B.3.2 PRŮTOKY VZDUCHU V ZÓNĚ DVA (ŠATNY A HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ).....	42
B.4 DISTRIBUCE VZDUCHU	43
B.4.1 PŘÍVODNÍ PRVKY ZÓNA JEDNA	43
B.4.2 ODVODNÍ PRVKY ZÓNA JEDNA	45
B.4.3 PŘÍVODNÍ PRVKY ZÓNA DVA	46
B.4.4 ODVODNÍ PRVKY ZÓNA DVA	47
B.4.5 VÝPIS DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ PODLE MÍSTNOSTÍ.....	48
B.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	49
B.5.1 DIMENZAČNÍ SCHÉMATA.....	49
B.5.2 NÁVRH POTRUBÍ ZAŘÍZENÍ 1 (TĚLOCVIČNA)	52
B.5.3 NÁVRH POTRUBÍ ZAŘÍZENÍ 2 (ŠATNY A HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ).....	56
B.5.4 VÝSLEDNÁ TABULKA TLAKOVÝCH ZTRÁT	60
B.6 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	61
B.6.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1	61
B.6.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2	72
B.6.3 ZAŘÍZENÍ 1 A 2, H–X DIAGRAMY.....	81
B.7 ÚTLUM HLUKU	83

B.7.1	ÚTLUM HLUKU ZAŘÍZENÍ Č. 1, ODVODNÍ A PŘÍVODNÍ POTRUBÍ	85
B.7.2	ÚTLUM HLUKU ZAŘÍZENÍ Č. 2, PŘÍVODNÍ POTRUBÍ	87
B.7.3	ÚTLUM HLUKU ZAŘÍZENÍ Č. 2, ODVODNÍ POTRUBÍ	88
B.7.4	ÚTLUM HLUKU SPOLEČNÉ SÁNÍ	89
B.7.5	ÚTLUM HLUKU SPOLEČNÝ VÝFUK.....	90
B.7.6	ÚTLUM HLUKU SHRNUTÍ	90
B.8	IZOLACE POTRUBÍ	91
B.8.1	IZOLACE PŘÍVODNÍHO POTRUBÍ ZÓNA 1 (40 MM)	91
B.8.2	IZOLACE SPOLEČNÉHO VÝFUKU A SÁNÍ (60 MM)	92
C.	PROJEKT	94
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	94
C.1.1	ÚVOD	94
C.1.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	94
C.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VENKOVNÍ PROSTŘEDÍ	95
C.1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	95
C.1.5	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	96
C.1.5.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	96
C.1.5.2	ENERGETICKÉ ZDROJE.....	96
C.1.6	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	97
C.1.6.1	ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 1 – TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACE TĚLOCVIČNA	97
C.1.6.2	ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 2 – TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ PRO SPORTOVCE	98
C.1.7	NÁROKY NA ENERGIE	98
C.1.8	MĚŘENÍ A REGULACE	98
C.1.9	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	99
C.1.9.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY.....	99
C.1.9.2	SILNOPROUD.....	99
C.1.9.3	VYTÁPĚNÍ.....	99
C.1.9.4	ZDRAVOTECHNIKA.....	99
C.1.10	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	99
C.1.11	IZOLACE.....	99
C.1.12	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	99
C.1.13	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	99
C.1.14	ZÁVĚR	100
C.2	TABULKA ENERGETICKÝCH VÝKONŮ	101
C.3	REGULAČNÍ SCHÉMA	102
C.4	TECHNICKÁ SPECIFIKACE	103
	ZÁVĚR	105
	POUŽITÉ ZDROJE	106
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	108
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	109
	PŘÍLOHY	112

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnického zařízení sportovní haly. Objekt je rozdělen do čtyř funkčních celků a projekt se zabývá řešením dvou z nich. V prvním funkčním celku je zahrnuta tělocvična s tribunou a nářadovnou, pro které je zpracován návrh klimatizace a teplovzdušného vytápění. Při distribuci vzduchu na velké vzdálenosti u vysokých halových objektů dochází k působení přirozené konvekce vzduchu. Distribucí vzduchu na velké vzdálenosti a jeho prouděním se zabývá teoretická část. Druhý funkční celek zahrnuje šatny a hygienické zázemí pro sportovce, pro který je zpracován návrh zabezpečující teplovzdušné větrání. Ve výpočtové části je zpracován návrh vzduchotechnických zařízení a vzduchotechnických rozvodů pro obě jmenované zóny. Zařízení musí splňovat požadavky na akustický tlak v místnosti, pro udržení přípustné meze hluku jsou navrženy a posouzeny tlumiče hluku. K účelu zabránění povrchové kondenzace na potrubí je navržena tepelná izolace. V závěrečné části práce je zpracována technická zpráva, technická specifikace, funkční schéma zapojení a projektová dokumentace.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍ HALY

VENTILATION AND AIR CONDITIONING OF THE SPORTS HALL

A) TEORETICKÁ ČÁST

SECTION OF THEORETICAL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdeněk Lechnýř

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021

A. TEORETICKÁ ČÁST

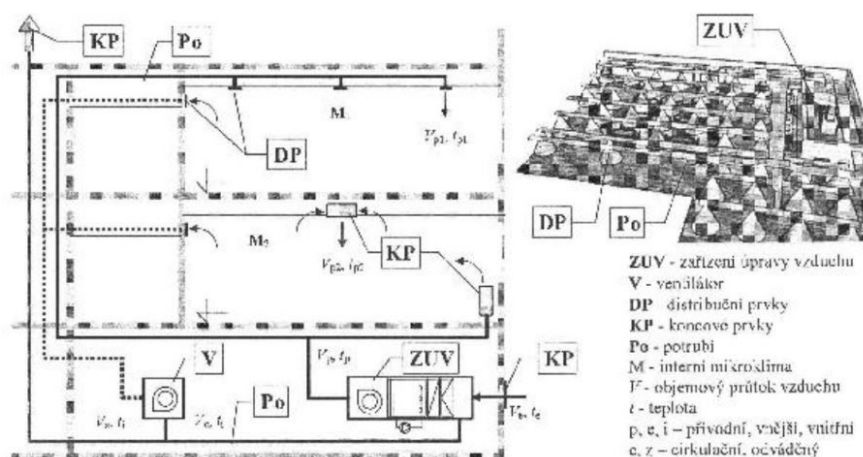
A.1 DISTRIBUCE VZDUCHU V OBJEKTECH S VYSOKÝMI STROPY

A.1.1 ÚVOD

Distribuce vzduchu je závislá na vzduchotechnickém systému celého objektu. Vzduchotechnický systém se navrhuje, aby zajistil tepelnou pohodu prostředí a hygienickou výměnu vzduchu. Systém se skládá z částí sloužících k úpravě vzduchu, jeho dopravě v rámci celého objektu a distribuci do cílového prostoru pro zajištění kvality vnitřního prostředí.

Dělení jednotlivých částí vzduchotechnického systému [1]:

- koncové – distribuční prvky v interiéru, žaluzie a výfukové hlavice v exteriéru
- přenosové – ventilátory, potrubí
- úpravy vzduchu – ohříváče, chladiče, filtry, zvlhčovače, výměníky ZZT
- ochranné – izolace, tlumiče hluku a vibrací
- regulační – klapky, clony, redukční a směšovací skříně
- pomocné – závěsy, podpěry, rámy



Obrázek A.1 Schéma skladby VZT systému [1]

A.1.2 PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI

Proudění vzduchu je jinými slovy fyzikální děj, který kombinuje přenos látek a tepla. Je velice složitý a záleží na velkém množství proměnných činitelů. Faktory vyvolávající pohyb vzduchu jsou:

- mechanické síly
- gravitační síly
- rozdíly tlaků

Cílem řešení je sledování teploty, rychlosti, směru proudění a průtoku vzduchu ve vyšetřované oblasti. V interiéru se vyšetřovaná oblast nazývá pobytovou zónou. Pobytová zóna lidí se uvažuje 1,6 až 2,0 m nad podlahovou plochou. Tyto veličiny slouží ke klasifikaci proudění a je z nich možno odvodit obraz proudění vzduchu.

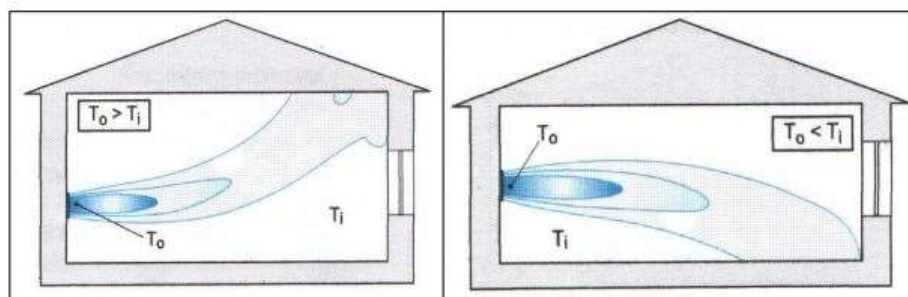
Proudění vzduchu v místnosti ovlivňuje teplota přiváděného vzduchu a geometrie místnosti, ze které může plynout Coandův jev, který se vyskytuje u přívodních výustek v blízkosti okolních konstrukcí (stěny, stropy). Když se vzduch z přívodní výustky smísí s okolním vzduchem, v blízkosti konstrukcí může dojít k odsátí okolního vzduchu od konstrukcí a vlivem podtlaku se přiváděný vzduch přisaje ke konstrukci. Dále je ovlivňováno čelní rychlostí v hrdle výustky přívodní i odvodní. Z toho vyplývá, že na proudění vzduchu má velký vliv typ a umístění koncové komponenty [1].

Základní tvary proudění vzduchu z výustek geometricky:

- kruhové
- ploché
- radiální

Tvar proudu vzduchu ovlivňovaný rozdílem teplot způsobuje:

- izotermní proud
- neizotermní proud (přirozená konvekce)



Obrázek A.2 Přirozená konvekce vzduchu [2]

A.1.3 KONCOVÉ KOMPONENTY V INTERIÉRU

Koncové komponenty v interiéru se nazývají distribuční prvky. V rámci celého vzduchotechnického systému se nacházejí až na samém konci (bráno od exteriéru), v cílové místnosti objektu, kde utváří ráz vnitřního prostředí a přichází do přímého kontaktu s běžnými uživateli stavby. Distribuční prvky ovlivňují směr a dosah distribuovaného vzduchu, rychlost proudění ve vyústce i v pobytové zóně a zásadně ovlivňují proudění vzduchu a hluk ve vnitřním prostředí. Proto se klade důraz na správný výběr koncových komponentů dle typu prostoru a nároků na jeho provoz.

Hlavní zásady výběru distribučních prvků:

- zajištění odvodu maximálního množství znehodnoceného vzduchu
- návrh přívodu vzduchu, aby nevznikal v pobytové zóně průvan
- dodržení přípustné hladiny hluku dané příslušným státem

Pro splnění a uspokojení všech nároků různých provozů je na trhu nabízena celá řada produktů, které se liší tvarem, funkcí, velikostí i možnostmi instalace. Správná funkce závisí na parametrech vnitřního provozu.

Ovlivňující faktory výběru distribučního prvku:

- tvar místnosti a její uspořádání
- počet a vzdálenost distribučních prvků
- množství a teplota vzduchu
- typ a možnost nastavení distribučního prvku

Odvod a přívod vzduchu je volen tak aby nedocházelo ke zkratu (tj. když dochází k odvodu přiváděného čerstvého vzduchu na místo vzduchu znehodnoceného) a tím je znehodnocována kvalita vnitřního prostředí. [3]

A.1.4 ROZDĚLENÍ DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ

Distribuční prvky můžeme rozdělit do skupin podle dosahu proudu vzduchu na prvky pro instalaci s nízkými stropy pro malý dosah proudu a s vysokými stropy pro větší vzdálenost distribuce vzduchu.

Distribuční prvky s dosahem proudu do 4 m:

- obdélníkové výústky
- štěrbinové výústky
- vířivé výustě
- talířové ventily
- anemostaty
- difuzory

Distribuční prvky s dosahem proudu nad 4 m:

- velkoobjemové výustě
- vířivé anemostaty (drallové výusti)
- dýzy (trysky)

A.1.5 DISTRIBUČNÍ PRVKY S DOSAHEM PROUDU NAD 4 M

A.1.5.1 Velkoobjemové výusti

Velkoobjemové přívodní výusti jsou určené pro distribuci teplého i ochlazovaného vzduchu v prostorech s vysokou instalační výškou. Konstrukcí propojených posuvných lamel lze měnit obraz proudění vzduchu na vodorovný nebo svislý. Pro ochlazování vodorovný směr, pro vytápění svislý směr proudění. Jsou možností manuálního měnění polohy lamel v několika pozicích. Při volbě se servopohonem je měnění obrazu proudění vzduchu plynulé, pouze se nastaví počáteční poloha proudění [4].

Doporučené výšky instalace jsou 4–12 m. Množství přiváděného vzduchu je do 4 000 m³/h.



Obrázek A.3 Velkoobjemová výušť BURE [4]

Řešení s nastavitelnými lopatkami od 30° do 75°. Průtok až 4 500 m³/h.



Obrázek A.4 Vířivý difuzor řešení s integrovaným boxem [5]

A.1.5.2 Vířivé anemostaty (drallové výusti)

Jedná se o speciální případ anemostatů. Výstupní lamely vířivých anemostatů jsou ve dvou provedeních. V provedení pevných lamel nebo nastavitelných lamel. Obě varianty jsou konstruovány tak, aby docházelo k intenzivnímu směšování přiváděného vzduchu se vzduchem ve vnitřním prostředí. Požadavky na ideální nastavení lamel jsou odlišné vzhledem ročnímu období a nárokům na parametry přívodního vzduchu. Zásadní jsou rozdíly teplot přiváděného vzduchu a interiérového vzduchu. S teplotami vzduchu úzce souvisí dosah proudu vzduchu. Často se však setkáváme s použitím vířivých anemostatů s pevnými lamelami tak, aby nastavení lamel vyhovovalo nejvíce oběma návrhovým obdobím.

Používají se v místnostech s výškou stropu od 2,6 do 6,0 m. Jsou vhodné primárně pro přívodní vzduch. Instalace je možná i pro odvodní vzduch, ale vzhledem k pořizovacím nákladům vířivých anemostatů je řešení odvodních vyústek většinou navrhováno jinou a ekonomičtější variantou.

Výhodou je možnost použití při velkém rozdílu teplot přiváděného vzduchu a vzduchu v interiéru 10–12 K. Množství přiváděného vzduchu se pohybuje od 150 m³/h do 1 500 m³/h. [3]

Vířivý anemostat s nastavitelnými lamelami kruhová čelní deska

Výška instalace nad 3,8 m.



Obrázek A.5 Vířivý anemostat se stavitelnými lamelami kruhový [6]

A.1.5.3 Dýzy (trysky)

Dýzy využívají pro distribuci vzduchu vírového efektu, který využíváme zúžením průřezu, to se projevuje dostředným vtahováním proudu vzduchu a tím dochází k zesilování proudění [1]. Proto v dýzách vzniká vysoká čelní rychlost v hrdle výusti. Čelní rychlost v dýze může dosahovat přírodních rychlostí až 5 m/s. Vysoká čelní rychlost umožňuje větší dosah proudu přiváděného vzduchu bez většího zvýšení akustického tlaku. Největší výhodou trysek je tedy poměr dosahu proudu vzduchu ku akustickému výkonu. Směr výtoku vzduchu se dá měnit ručně, nebo servo-pohonem.

Množství průtoku vzduchu v trysce je voleno do 2 000 m³/h s pracovním rozdílem teplot do 6 K.

Trysky jsou vhodné pro distribuci ve velkých otevřených prostorech jako jsou např. sportovní haly, tělocvičny, letištní terminály, tovární haly, bazénové haly a obchodní centra. [3]

Jednotlivě montované dýzy



Obrázek A.6 Dýza DAD [7]



Obrázek A.7 Dýza GTI [7]

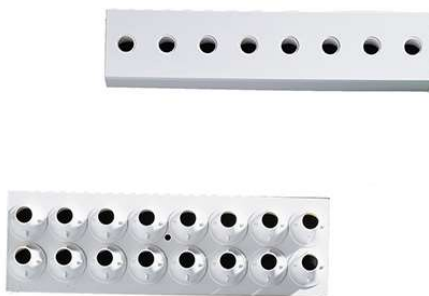
Pole trysek

Sdružením jednotlivých menších trysek bývá vytvořeno pole trysek. Při umístění trysek blízko sebe se uvažuje se skupinovým efektem. Přiblížením trysek k sobě se nahrazuje zmenšení jednotlivých trysek a snížení množství přívodního vzduchu. Tím vzniká průtok vzduchu 100–400 m³/h s distribuční vzdáleností až do 5 m.

Jednotlivé druhy polí by se daly rozdělit dle uspořádání na:

- obdélníkové
- všesměrné
- řadové

Obdélníkové pole trysek funguje podobně jako obdélníková vyústka, která umožňuje lepší usměrnění proudu vzduchu. Řadové pole trysek by pak fungovalo podobně jako štěrbinová vyústka. Všesměrné pole trysek je speciálním případem využívaným pro distribuci vzduchu s možným nastavením pro různé požadavky. [3]

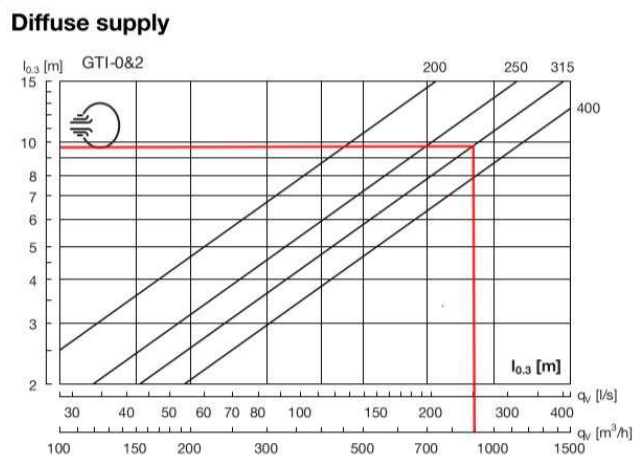


Obrázek A.8 Ukázka skupiny trysek [8]

A.1.6 NÁVRH DÝZY PRO PŘÍVOD U STROPU HALOVÉHO OBJEKTU

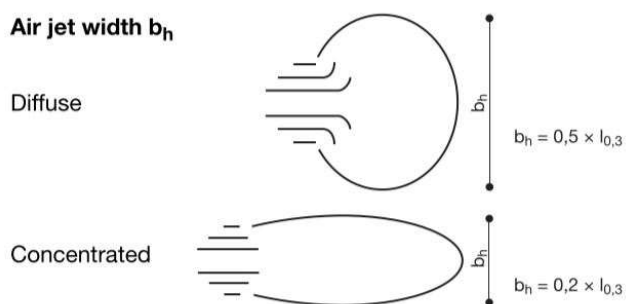
Vstupními parametry návrhu jsou objemový průtok vzduchu, který připadá na jeden přívodní prvek a výška stropu. Z výšky stropu a umístění se určí vzdálenost k pobytové zóně, ve které se následně určuje rychlost proudění přiváděného vzduchu.

Ukázka výběru distribučního prvku podle objemového průtoku ve výústce ($q_v = 250 \text{ l/s}$) a vzdálenosti k pobytové zóně ($l_{0,3} = 9,6 \text{ m}$). [9]



Obrázek A.9 Návrh dýzy GTI [9]

Jsou dvě možnosti montáže. Varianta 0&2 s větším objemovým průtokem s rozptýleným proudem vzduchu a varianta 1 pro koncentrovaný proud vzduchu s menšími objemovými průtoky vzduchu. [9]



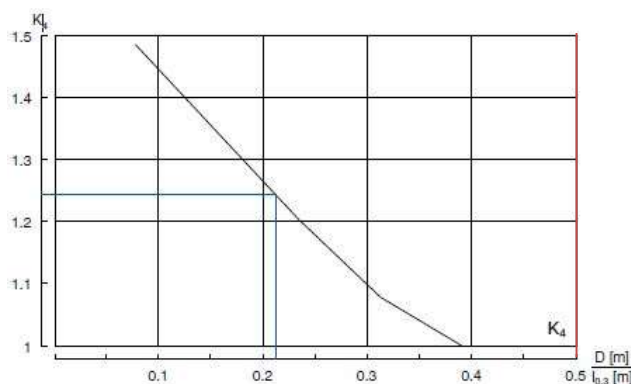
Obrázek A.10 Šířka proudu vzduchu dýzy GTI [9]

Podle návrhového diagramu je vybrána dýza GTI-0-315 s větším rozptylem proudu vzduchu $b_h = 4,8 \text{ m}$.

A.1.6.1 Skupinový efekt proudění

V případě dvou dýz v blízkosti vedle sebe působících stejným směrem může dojít ke spojení proudů vzduchu a tím se prodlouží vzdálenost dosahu proudů. K ověření výpočtem slouží vzorce a návrhový diagram od výrobce. Do výpočtu se promítají hodnoty:

- $l_{0,3}$ [m] dosah izotermního proudů vzduchu s rychlostí proudění 0,3 m/s
- D [m] vzdálenost trysek
- K_4 výpočtový koeficient z následujícího diagramu



Obrázek A.11 Diagram součinitele K_4 k ověření spojení proudů vzduchu [9]

Výpočet pro GTI-0-315 a $q_v = 250$ l/s; $D = 4,0$ m; $l_{0,3} = 9,6$ m

Výpočet výsledku smísením = $K_4 \times l_{0,3}$

Určení hodnoty na vodorovné ose = $D / l_{0,3}$ [-]

$$4 / 9,6 = 0,42 \quad \rightarrow \quad K_4 = 1,0$$

Výpočtem se ověřilo, že při vzdálenosti trysek 4 m od sebe nebude docházet ke slučování proudů vzduchu.

A.1.6.2 Výpočtové řešení vlivu přirozené konvekce na proudění vzduchu

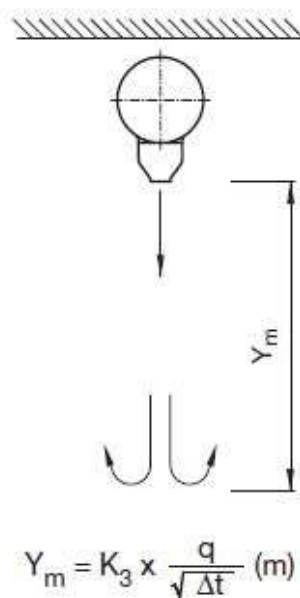
Do výpočtu dosahu proudů kompaktním prouděním se výrazně promítá vliv pracovních rozdílů teplot a jejich vliv na přirozenou konvekci vzduchu, která se promítá změnou rychlosti a směru přiváděného vzduchu.

Výpočet ohybu proudů přiváděného vzduchu se dopočítává podle schémat a tabulkových součinitelů daného distribučního prvku, které se promítají do výpočtu a jsou uvedeny v podkladech výrobce.

Výrobci uvádějí tři základní zjednodušené návrhové stavy – přívod vzduchu s ohřátým vzduchem, přívod ohřátého vzduchu ve vertikálním směru a přívod s chladným vzduchem.

Vzorec výpočtu a schéma pro výpočet svislého proudů ohřátého vzduchu.

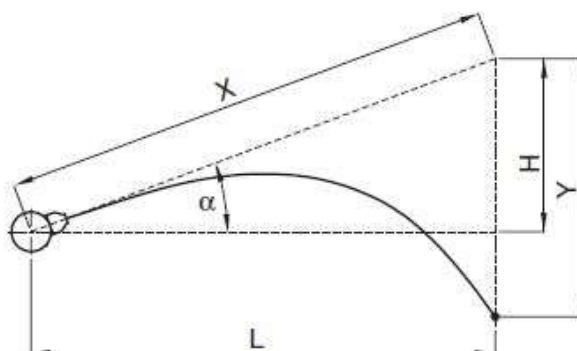
Vertical supply air with heated air



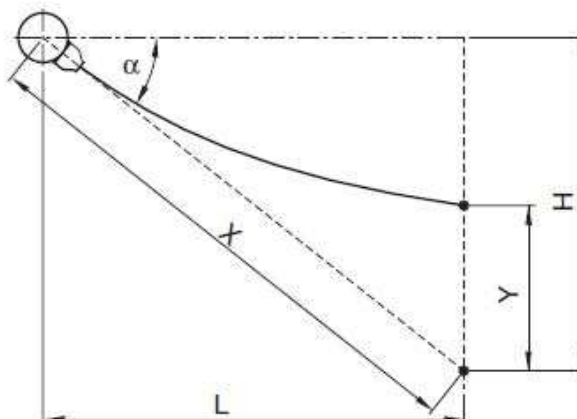
Obrázek A.12 Schéma vertikálního přívodu ohřátého vzduchu [9]

Vzorce a schémata pro výpočet ohybu proudu chladného i ohřátého vzduchu.

Supply air with cooled air



Supply air with heated air



$$X = \frac{L}{\cos \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$H = L \times \tan \alpha$$

Terminal velocity V_x :

$$v_x = K_1 \times \frac{q}{X}$$

Deflection Y:

$$Y = K_2 \times \frac{X^3}{q^2} \times \Delta t$$

Obrázek A.13 Schéma ohybu přiváděného chladného a ohřátého vzduchu [9]

Následuje tabulka hodnot součinitelů K_1 , K_2 a K_3 , které se promítají do výpočtu ohybu proudu a jsou dány výrobcem pro jednotlivé typy a velikosti trysek. [9]

Tabulka A.1 Tabulka koeficientů pro ohyb vzduchu dána výrobcem [9]

Calculation factors:

Size	Free area A m ²	K ₁		K ₂		K ₃	
		m ³ /h	l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h	l/s
LAD							
125	0.0029	0.037	0.133	3.9	0.30	0.24	0.86
160	0.0071	0.023	0.083	15.6	1.20	0.122	0.44
200	0.0095	0.020	0.072	24.0	1.85	0.097	0.35
250	0.0165	0.0153	0.055	54.4	4.2	0.064	0.230
315	0.0254	0.0122	0.044	104	8.0	0.046	0.166
400	0.0398	0.0097	0.035	206	15.9	0.033	0.119
DAD							
160	0.0056	0.026	0.094	10.7	0.83	0.145	0.52
200	0.0095	0.020	0.072	24.0	1.85	0.097	0.35
250	0.0154	0.0157	0.057	49.0	3.78	0.068	0.24
315	0.0240	0.0127	0.046	96.0	7.41	0.048	0.17
GD							
	0.0027	0.038	0.137	3.5	0.27	0.26	0.92
GTI-1							
200	0.0200	0.0090	0.032	114	8.8	0.048	0.173
250	0.0310	0.0073	0.026	219	16.9	0.034	0.122
315	0.0490	0.0058	0.021	435	34	0.024	0.086
400	0.0780	0.0046	0.017	875	68	0.017	0.062

Výpočet zakřivení proudu chladného vzduchu

Dýza GTI-1-315; $K_1 = 0,021$; $K_2 = 34$; $K_3 = 0,086$

Průtok vzduchu $q_v = 150$ l/s

Pracovní rozdíl teplot $\Delta t = 5,5$ K

Úhel dýzy $\alpha = 30^\circ$

Finální rychlost $v_x = 0,3$ m/s

Výpočet:

$$X = K_1 \times (q_v / v_x) = 0,021 \times (150 / 0,3) = 10,5 \text{ m}$$

$$Y = K_2 \times (X^3 / q_v^2) \times \Delta t = 34 \times (10,5^3 / 150^2) \times 5,5 = 9,6 \text{ m}$$

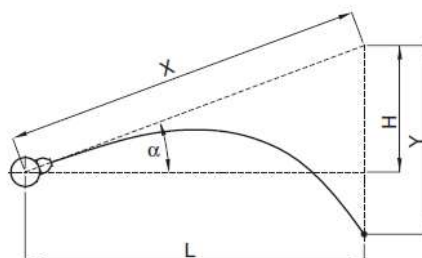
$$H = X \times \sin \alpha = 10,5 \times \sin 30^\circ = 5,25 \text{ m}$$

$$L = X \times \cos \alpha = 10,5 \times \cos 30^\circ = 9,1 \text{ m}$$

$$Y - H = 9,6 - 5,25 = 4,37 \text{ m}$$

Z výpočtu pro ochlazovaný proud vzduchu vyplývá, že při pracovním rozdílu teplot vzduchu 5,5 K pro pokrytí tepelné zátěže při odklonu 30° od horizontální roviny dojde k průhybu proudu vzduchu o 9,6 m. V důsledku toho bude chladný vzduch působit ve vodorovném směru 9,1 m od výústky a ve svislém směru 4,37 m od osy trysky.

Supply air with cooled air



Obrázek A.14 Schéma ohybu přiváděného chladného vzduchu [9]

Výpočet zakřivení proudu ohřátého vzduchu

Dýza GTI-1-315; $K_1 = 0,021$; $K_2 = 34$; $K_3 = 0,086$

Průtok vzduchu $q_v = 150$ l/s

Pracovní rozdíl teplot $\Delta t = 3,0$ K

Úhel dýzy $\alpha = 60^\circ$

Finální rychlost $v_x = 0,3$ m/s

Výpočet:

$$X = K_1 \times (q_v / v_x) = 0,021 \times (150 / 0,3) = 10,5 \text{ m}$$

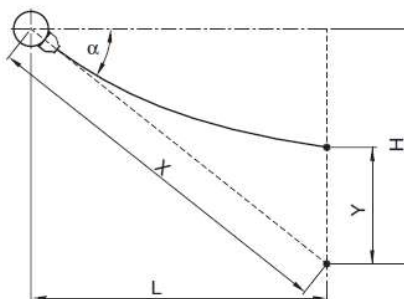
$$Y = K_2 \times (X^3 / q_v^2) \times \Delta t = 34 \times (10,5^3 / 150^2) \times 3,0 = 5,2 \text{ m}$$

$$H = X \times \sin \alpha = 8,5 \times \sin 60^\circ = 9,1 \text{ m}$$

$$L = X \times \cos \alpha = 8,5 \times \cos 60^\circ = 5,25 \text{ m}$$

$$H - Y = 9,1 - 5,2 = 3,85 \text{ m}$$

Supply air with heated air



Obrázek A.15 Schéma ohybu přiváděného ohřátého vzduchu [9]

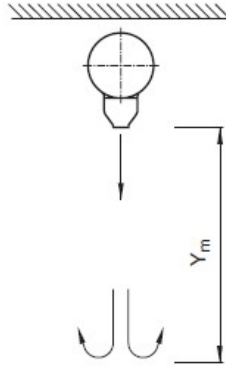
Výpočet dosahu proudu ohřátého vzduchu ve vertikálním směru

Dýza GTI-1-315; $K_1 = 0,021$; $K_2 = 34$; $K_3 = 0,086$

Průtok vzduchu $q_v = 150$ l/s

Pracovní rozdíl teplot $\Delta t = 3,0$ K

$Y_m = K_3 \times (q_v / \Delta t^{(1/2)}) = 0,086 \times (150 / 3^{(1/2)}) = 7,45$ m



Obrázek A.16 Schéma proudění přiváděného ohřátého vzduchu vertikálně [9]

Z výpočtu pro směr proudění ohřátého vzduchu v zimním období vyplývá, že při stejném průtoku vzduchu jako při letním období a pracovním rozdílu teplot 3 K pro pokrytí tepelných ztrát, by při úhlu odklonu od horizontální osy -60° nedošlo k dosažení proudění v požadované vzdálenosti.

Z výsledků výpočtové metody plyne, že při stejném průtoku přiváděného vzduchu s pracovním rozdílem teplot 5,5 K v létě a 3 K v zimě by v tomto případě k dosažení přibližné rychlosti proudění v pobytové zóně pro obě období došlo při velmi rozdílných úhlech nastavení trysky o více než 90° . Jeden ze základních předpokladů je, že se musí jednat o trysku s možností proměnlivosti úhlu natočení.

Výpočtová metoda je vhodná při výpočtu konkrétního návrhového stavu v daném období. Pro složitější výpočty a idealizaci návrhu je vhodné využít softwarového řešení. Ukázka zpracování dle softwaru je zobrazena v následující kapitole.

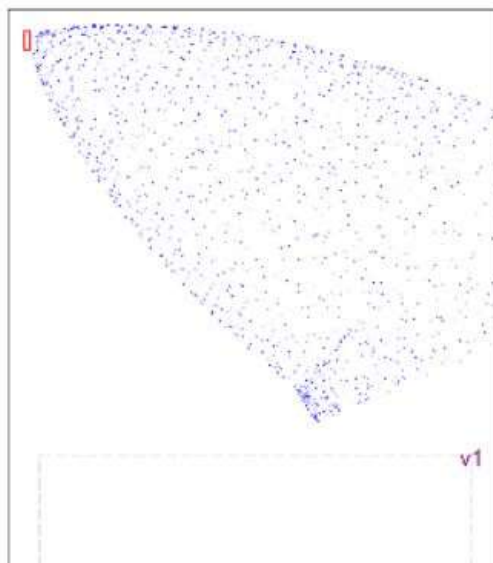
A.1.6.3 Softwarové řešení vlivu přirozené konvekce na proud vzduchu

Pro složitější návrhové situace a nalezení správného návrhového stavu, je vhodné vymodelovat vliv konvekce na proudění vzduchu pomocí softwaru. Pro účely návrhu byl využit software HIT Design od společnosti Halton group [10].

V grafickém výstupu je znázorněno proudění vzduchu dýzy TRS-315(CW) srovnatelné s dýzou GTI-0-315, která je použita pro přívod vzduchu v tělocvičně. Dýza je nainstalována v odklonu -30° od horizontální osy s objemovým průtokem 250 l/s v montážním nastavení širokého rozptylu.

Ukázka proudění izotermního vzduchu.

Vytápění TRS-315(CW)				
Místnost:		Průtok přívodního vzduchu: 200 m³/h		
Velikost místnosti: 32.9 x 6.0 x 9.0 m		3.4 m³/(m²)		
Zóna pobytu: h=1.8 m / d=0.5 m		Teplota přívodního vzduchu: 20.0 °C		
Vzduch v místnosti: 20.0 °C / 30 %		Tlaková ztráta: 33 Pa		
Tepelná ztráta: -		Hladina akustického tlaku: 29 dB(A) 25m²sab		
Instalační výška: 8.50 m		Celk. hladina akust. tlaku: 19 dB(A)		
		Celkový topný výkon: -		
		0 W/m²		
		Úhel: 30.0°		
Bod stanovení rychlosti	v1			
v	~0.25 m/s			
ΔT	-0.0 °C			
vlim = 0.30 m/s				

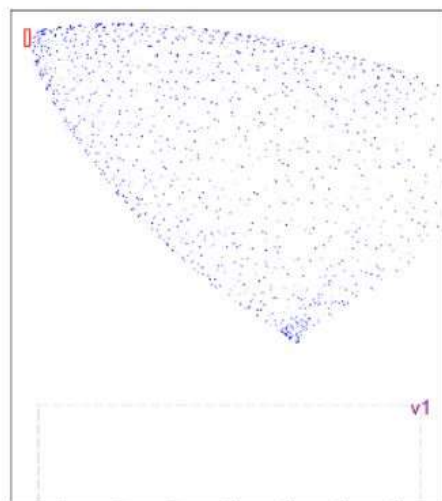


Obrázek A.17 Izotermní proudění vzduchu [10]

Na dalších obrázcích jsou modelovány situace odlišných pracovních rozdílů teplot za stejných návrhových podmínek vnitřního prostředí. Nejdříve je modelován vliv konvekce při chladném období roku.

Při stavu interiéru 20 °C je pracovní rozdíl teplot $\Delta t = 1,5$ K a rychlost v pobytové zóně $v = 0,2$ m/s.

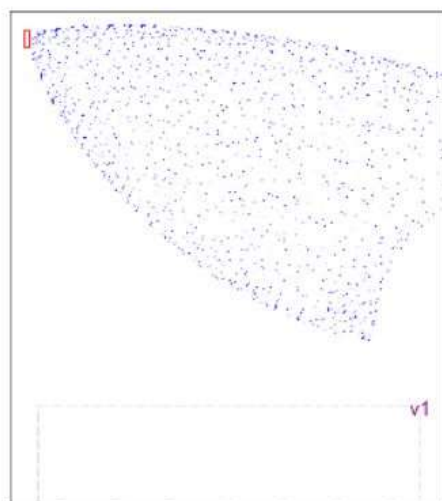
Bod stanovení rychlosti	v1			
v	~0,20 m/s			
Δt	0,0 °C			
vlim = 0,30 m/s				



Obrázek A.18 Proudění při $\Delta t = 1,5$ K [10]

Při stavu interiéru 20 °C je pracovní rozdíl teplot $\Delta t = 3,0$ K a rychlost v pobytové zóně $v = 0,05$ m/s.

Bod stanovení rychlosti	v1			
v	~0,05 m/s			
Δt	0,1 °C			
vlim = 0,30 m/s				

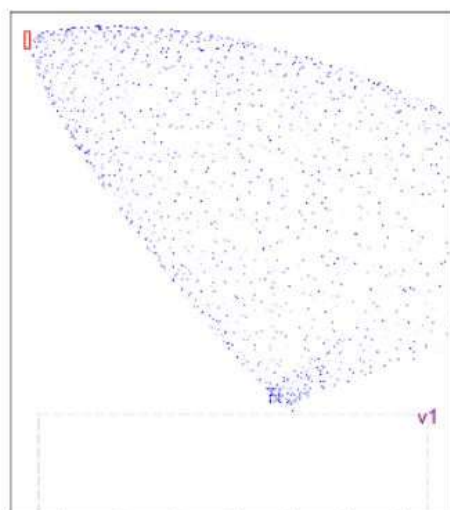


Obrázek A.19 Proudění při $\Delta t = 3,0$ K [10]

Na zbylých obrázcích jsou modelovány situace odlišných pracovních rozdílů teplot za stejných návrhových podmínek vnitřního prostředí při teplém období.

Při stavu interiéru 24 °C je pracovní rozdíl teplot $\Delta t = -2,0$ K a rychlost v pobytové zóně $v = 0,25$ m/s.

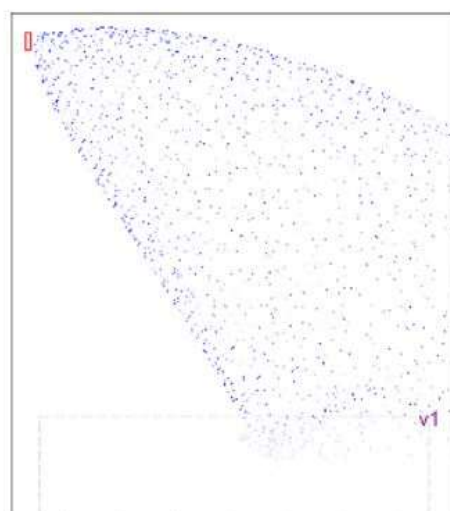
Bod stanovení rychlosti	v1			
v	~0.25 m/s			
•T	-0.0 °C			
vlim = 0.30 m/s				



Obrázek A.20 Proudění při $\Delta t = -2,0$ K [10]

Při stavu interiéru 24 °C je pracovní rozdíl teplot $\Delta t = -4,0$ K a rychlost v pobytové zóně $v = 0,3$ m/s.

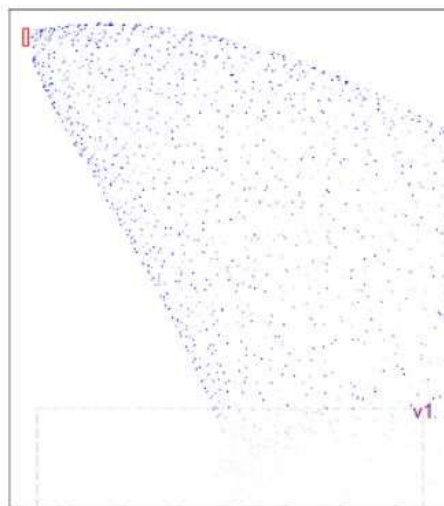
Bod stanovení rychlosti	v1			
v	~0.30 m/s			
•T	-0.1 °C			
vlim = 0.30 m/s				



Obrázek A.21 Proudění při $\Delta t = -4,0$ K [10]

Při stavu interiéru 24 °C je pracovní rozdíl teplot $\Delta t = -5,5$ K a rychlost v pobytové zóně $v = 0,45$ m/s.

Bod stanovení rychlosti	v1			
v	-0,45 m/s			
ΔT	-0,1 °C			
vlim = 0,30 m/s				



Obrázek A.22 Proudění při $\Delta t = -5,5$ K [10]

Shrnutí návrhu softwarovým programem

Z programových výstupů vyplývá, že při použití dýzy GTI-0-315 s objemovým průtokem 250 l/s a odklonem -30° od horizontální roviny, bude po většinu doby letního i zimního provozu v pobytové zóně vznikat rychlost proudění menší nebo rovna rychlosti 0,3 m/s. Pouze při kompenzaci maximálních tepelných zisků může docházet k riziku diskomfortu zvýšenou rychlostí proudění vzduchu.

Riziko diskomfortu by se dalo eliminovat použitím jiného zdroje pro vytápění (např. podlahovým vytápěním tělocvičny) a změnou úhlu odklonu dýzy od horizontální roviny pro výhodnější stav při chlazení vzduchotechnikou. Nebo použitím dýzy s možností změny úhlu odklonu od horizontální roviny, která však vzhledem k výšce umístění a pohodlnosti obsluhy potřebuje servopohon a přívod elektřiny.

Při porovnání nákladů na pořízení, provoz a údržbu první varianty navrhované podle softwaru a alternativních možností je nevhodnější právě první vyšetřovaná varianta, která je využita v projektu.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍ HALY

VENTILATION AND AIR CONDITIONING OF THE SPORTS HALL

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

SECTION OF CALCULATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdeněk Lechnýř

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Cílem práce je návrh vzduchotechnického zařízení do objektu městské sportovní haly. Objekt je rozdělen do dvou nadzemních podlaží. V prvním nadzemním podlaží se nacházejí vstupní prostory, recepce, toalety pro návštěvníky i personál, kotelná, posilovna, část hygienického zázemí a šaten pro sportovce, squash a tělocvična. Tělocvična a squash procházejí přes obě podlaží. V druhém nadzemním podlaží jsou k dispozici dvě tribuny, spinning, druhá část šaten a hygienického zázemí pro sportovce a toalety pro návštěvníky.

Celý objekt je rozdělen na čtyři funkční celky (zóny).

První zónou (červená barva) je tělocvična s nářadovnou a tribunou u tělocvičny. Zóna je teplovzdušně vytápěna a v létě klimatizována vzduchotechnickým zařízením číslo 1.

Podlahová plocha celkem: 739,39 m²

Druhá zóna (modrá barva) jsou šatny a hygienické zázemí pro sportovce v obou podlažích.

Zóna je teplovzdušně větrána vzduchotechnickým zařízením číslo 2.

Podlahová plocha celkem: 195,85 m²

Třetí zóna (žlutá barva) obsahuje posilovnu, squash s tribunou, a v druhém podlaží spinning.

Podlahová plocha celkem: 421,98 m²

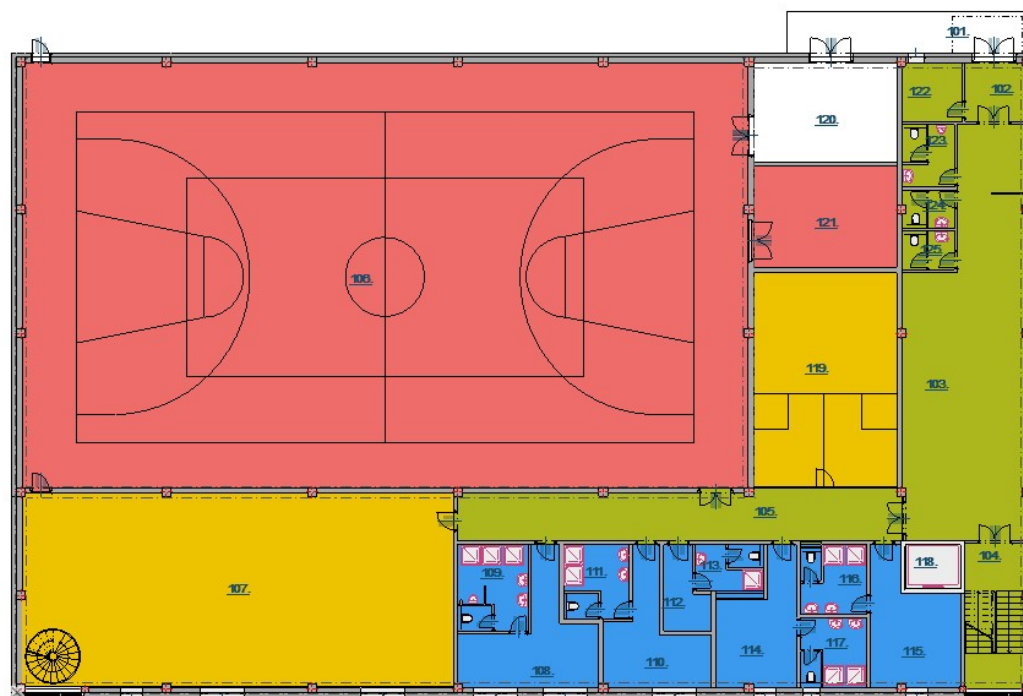
Čtvrtá zóna (zelená barva) zahrnuje vstupní prostory, recepci, toalety pro návštěvníky i personál a společné komunikační prostory.

Podlahová plocha celkem: 335,03 m²

Práce se zabývá řešením vzduchotechnického vytápění a chlazení zóny jedna pomocí vzduchotechnického zařízení číslo jedna a řešením zóny dva pomocí teplovzdušného větrání zařízením číslo dva.

Tabulka B.1 Návrhové parametry zón

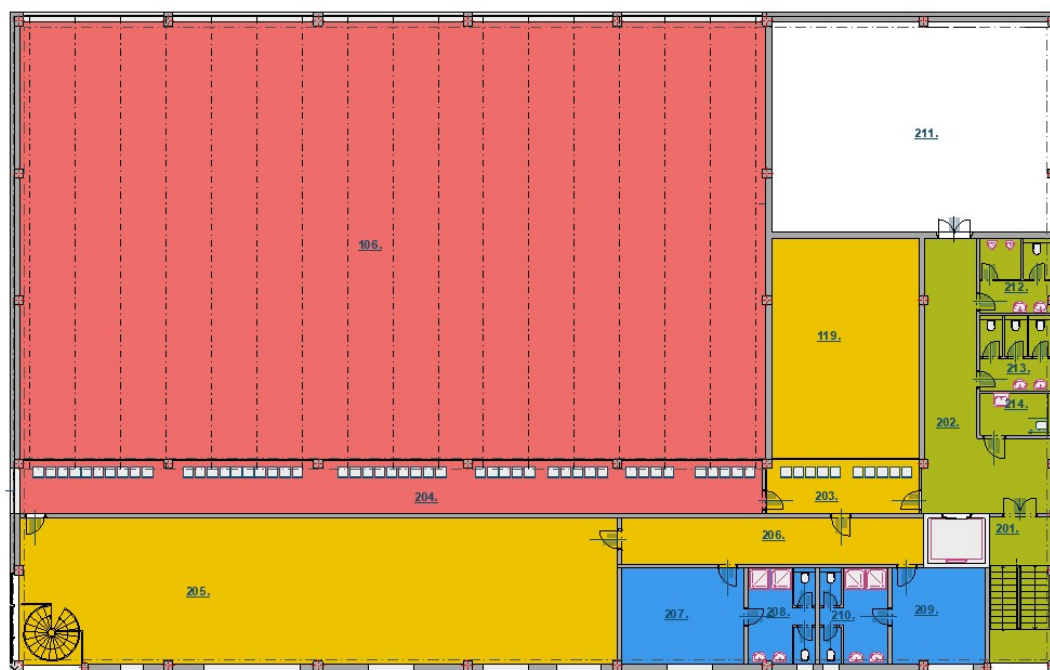
číslo zóny	číslo zařízení	zařízení obsluhuje (hl. část zony)	plocha [m ²]	léto		zima	
				teplota [°C]	relativní vlhkost [%]	teplota [°C]	relativní vlhkost [%]
1	1	tělocvična, tribuna	739,39	24	55	20	30
2	2	zázemí pro sportovce	195,85	26	80	25	35
3	3	posilovna, squash, spinning	421,98	26	50	18	30
4	4	společné komunikační prostory	335,03	26	50	18	30



LEGENDA ZAŘÍZENÍ VZT

1) Tělocvična, nářadovna	3) Posilovna, squash
2) Sálky a hygienické zázemí	4) Vstupní a společné prostory

Obrázek B.1 Funkční zóny 1. NP



Obrázek B.2 Funkční zóny 2. NP

B.2 TEPELNÁ BILANCE

B.2.1 Venkovní klimatické podmínky

Objekt sportovní haly je situován na okraji města Ústí nad Orlicí a je navržen pro okrajové podmínky zpracované v tabulce B2.

Tabulka B.2 Klimatické podmínky Ústí nad Orlicí [11]

Venkovní klimatické podmínky **ČSN 12 7010 Z1**

Tabulka A3.31 - Ústí nad Orlicí

(vztažená nadmořská výška 401 m.; průměrný tlak vzduchu 96,9 kPa)

	Teplé období roku			Chladné období roku	
Percentil (procento výskytu)	99,6%	99,0%	98,0%	0,4%	1,0%
Teplota venkovního vzduchu (°C)	33,3	31,9	30,8	-21,4	-17,8
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	65,4	62,6	60,7	-	-
Absolutní extrémy	Maximum			Minimum	
Teplota venkovního vzduchu (°C)	36,2			-27,2	
Entalpie venkovního vzduchu (kJ/kg s.v.)	83,2			-26,8	

B.2.2 Vnitřní návrhové podmínky

Zimní návrhové podmínky:

- Zóna číslo 1: $t_i = 20\text{ °C}$; $\varphi_i = 30\text{ %}$
- Zóna číslo 2: $t_i = 24\text{ °C}$; $\varphi_i = 35\text{ %}$

Letní návrhové podmínky:

- Zóna číslo 1: $t_i = 24\text{ °C}$; $\varphi_i = 55\text{ %}$
- Zóna číslo 2: $t_i = 26\text{ °C}$; $\varphi_i = 80\text{ %}$

Mikroklimatické podmínky

Tabulka č. 1: Požadavky na výslednou teplotu kulového teploměru

Typ pobytové místnosti ¹⁾	Výsledná teplota t_g (°C) období roku	
	teplé	chladné
Ubytovací zařízení	24,0±2,0	22,0±2,0
Zasedací místnost staveb pro shromažďování většího počtu osob	24,5±1,5	22,0±2,0
Haly kulturních a sportovních zařízení	24,5±1,5	22,0±2,0
Učebny ²⁾	24,5±1,5	22,0±2,0
Ústavy sociální péče	24,0±2,0	22,0±2,0
Zdravotnická zařízení ³⁾	24,0±2,0	22,0±2,0
Výstaviště	24,5±2,5	22,0±3,0
Stavby pro obchod	23,0±2,0	19,0±3,0

Tabulka č. 2: Rychlost proudění vzduchu v pobytových místnostech ³⁾

teplé období roku	0,16 – 0,25 m·s ⁻¹
chladné období roku	0,13 – 0,20 m·s ⁻¹

Tabulka č. 3: Relativní vlhkost vzduchu v pobytových místnostech ³⁾

teplé období roku	nejvýše 65 %
chladné období roku	nejméně 30 %

Tabulka č. 4: Teploty a množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u pobytových místností

	Teplota vzduchu t_i (°C)	Množství odváděného vzduchu za hodinu
Umývárny	22	30 m ³ na 1 umyvadlo
Sprchy	25	35 - 110 m ³ na 1 sprchu
WC	18	50 m ³ na 1 mísu 25 m ³ na 1 pisoár

B.2.3 Tepelné odpory konstrukcí

Výpočet tepelných odporů jednotlivých skladeb konstrukcí je vypočítán v tabulce podle normy ČSN 73 0540-3 [13].

Tabulka B.4 Výpočet tepelných odporů [13]

Obvodová stěna zděná z keramických tvarovek

K-ce	č.v.	materiál (od int)	d (m)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	R (m ² .K.W ⁻¹)		(m ² .K.W ⁻¹)
OS1	1	Vnitřní štuk Cemix 033	0,002	0,450	0,0044	R _{si}	0,13
	2	Jádrová omítka strojní Cemix 012	0,015	0,420	0,0357	R _{se}	0,04
	3	Cementový postřík Cemix 052	0,003	0,710	0,0042	R _{si} +R _{se} +ΣR	6,7077
	4	Porotherm 24 Profi Dryfix	0,240	0,280	0,8571		
	5	Isover TF Profi	0,200	0,037	5,4054		
	6	Baumit termo omítka+ přednástřík	0,030	0,130	0,2308		
	7	Baumit pro control se síťovinou	0,003				
	8	Penetrační nátěr Baumit Uniprimer					
	9	Pastovitá fasádní omítka Baumit	0,002				
				ΣR	6,5377	U(W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,149

$$U=0,149 < U_n=0,2$$

vyhovuje

Obvodová stěna z železobetonu

K-ce	č.v.	materiál (od int)	d (m)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	R (m ² .K.W ⁻¹)		(m ² .K.W ⁻¹)
OS2	1	Vnitřní štuk Cemix 033	0,002	0,450	0,0044	R _{si}	0,13
	2	Jádrová omítka strojní Cemix 012	0,015	0,420	0,0357	R _{se}	0,04
	3	Cementový postřík Cemix 052	0,003	0,710	0,0042	R _{si} +R _{se} +ΣR	6,0025
	4	Železobeton	0,240	1,580	0,1519		
	5	Isover TF Profi	0,200	0,037	5,4054		
	6	Baumit termo omítka+ přednástřík	0,030	0,130	0,2308		
	7	Baumit pro control se síťovinou	0,003				
	8	Penetrační nátěr Baumit Uniprimer					
	9	Pastovitá fasádní omítka Baumit	0,002				
				ΣR	5,8325	U(W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,167

$$U=0,167 < U_n=0,2$$

vyhovuje

Střecha

K-ce	č.v.	materiál (od int)	d (m)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	R (m ² .K.W ⁻¹)		(m ² .K.W ⁻¹)
St1	1	Sbíjený vazník	0,2-2,2			R _{si}	0,1
	2	OSB Desky	0,022	0,100	0,2200	R _{se}	0,04
	3	Parotěsnicí folie	0,0002			R _{si} +R _{se} +ΣR	7,7284
	4	Desky ISOVER T, minerální vlna	0,200	0,038	5,2632		
	5	Desky ISOVER S, minerální vlna	0,080	0,038	2,1053		
	6	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0015				
				ΣR	7,5884	U(W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,129

$$U=0,129 < U_n=0,16$$

vyhovuje

Podlaha tělocvična

K-ce	č.v.	materiál (od int)	d (m)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	R (m ² .K.W ⁻¹)		(m ² .K.W ⁻¹)
P1	1	Litá PUR podlaha ALSAGYM	0,011			R _{si}	0,17
	2	Cemento-polymerová hmota	0,001			R _{se}	0
	3	Betonová mazanina	0,070	1,300	0,0538	R _{si} +R _{se} +ΣR	4,7162
	4	Ochranná PE folie	0,002	0,038	0,0526		
	5	Expandovaný Polystyren EPS 100 S	0,080	0,037	2,1622		
	6	Expandovaný Polystyren EPS 100 S	0,080	0,037	2,1622		
	7	Podkladní beton	0,150	1,300	0,1154		
				ΣR	4,5462	U(W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,212

$$U=0,212 < U_n=0,4$$

vyhovuje

B.2.4 Tepelné ztráty

Tepelné ztráty se počítají pro zónu jedna (červená barva), ve které se počítá s teplovzdušným vytápěním. V zóně dva (modrá barva) se vytápí sálavým zdrojem vytápění a jedná se o úpravu nuceným větráním, proto počítáme tepelné ztráty jen pro zónu jedna.

Tabulka B.5 Výpočet tepelných ztrát zóna jedna

H _{T,ie} -měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí								
Ozn. k-ce.	Popis	A _k	U _k	ΔU _B	U _k + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
SO1	Stěna obvodová (PTH)	254,97	0,149	0,05	0,199		1	50,76
SO2	Stěna obvodová (ŽB)	106,25	0,167	0,05	0,217		1	23,01
D1	Dveře	2,07	2,3	0,05	2,35		1	4,86
O	Okna	38,75	0,8	0,05	0,85		1	32,94
ST	Střecha	633,3	0,129	0,05	0,179		1	113,36
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí								Σ 224,94

H _{T,ig} -měrný tepelný tok prostupem do zeminy								B'=24,29
Ozn. k-ce.	Popis	A _k	U _k	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	H _{T,ig}	
P1	Podlaha na terénu	633,3	0,213	0,13	0,48	1	58,81	

H _{T,ia} -měrný tepelný tok prostupem z vytápěného do sousedního vytápěného prostoru					
Ozn. k-ce.	Popis	A _k	U _k	f _{ia,k}	H _{T,ia}
SV1	Vnitřní stěna 250 mm	55,745	0,9	0,06	2,87
D1	Dveře interiérové	3,485	2	0,06	0,40
D2	Dveře interiérové	2,87	2	0,06	0,33
Měrný tepelný tok z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru					3,27

Celková ztráta prostupem Φ _{T,i}		
Σ H _{T,ie}		224,94
Σ H _{T,ia}		3,27
1,45.Σ H _{T,ig}		85,28
Celková měrná ztráta prostupem ΣH _{T,i}		313,48
θ _{int,i}	θ _e	(θ _{int,i} - θ _e)
20	-15	35
ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		
Celková ztráta prostupem (W)		10972

B.2.5 Tepelné zisky

Tepelné zisky jsou počítány pro zónu jedna (červená barva), ve které v letním období dochází ke chlazení pomocí vzduchotechnického zařízení číslo jedna. Tepelné zisky jsou spočítány pomocí výpočtového softwaru Teruna [14] ke dvacátému prvnímu dni v sedmém měsíci pomocí Schmid-tovi metody, které program využívá. Celá zóna je vzhledem ke světovým stranám v rámci celého objektu situována na západ.

Legenda označení:

- OS1 = ochlazovaná stěna – keramické tvarovky 250 mm + 200 mm tepelné izolace
- OS2 = ochlazovaná ztužující stěna – železobeton 250 mm + 200 mm tepelné izolace
- O1 = okno dvojsklo
- Di = dveře
- NS1 = vnitřní stěna neochlazovaná – keramické tvarovky 250 mm
- SN1 = vnitřní stěna ochlazovaná – keramické tvarovky 250 mm

Výstup ze softwaru Teruna [14]:

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

***** INFORMACE O PROJEKTU *****

Výpočet tepelné zátěže pro zónu jedna (tělocvična, tribuna)

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

+-----OS1 JZ Porotherm (99.56 m2, 0.45m, 0.067W/mK, 526kg/m3, 911kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----OS 2 JZ železobeton (48.64 m2, 0.45m, 0.077W/mK, 1387kg/m3, 922kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----OS 1 SZ Porotherm (155.41 m2, 0.45m, 0.067W/mK, 526kg/m3, 911kJ/kgK)

+-----O1 dvojsklo (argon) (7.75 m2, 0.8W/m2K)

+-----O1 dvojsklo (argon) (7.75 m2, 0.8W/m2K)

+-----O1 dvojsklo (argon) (7.75 m2, 0.8W/m2K)

+-----O1 dvojsklo (argon) (7.75 m2, 0.8W/m2K)

+-----D3 dveře venkovní (2.07m2, 2.3W/m2K)

Venkovní stěna

+-----OS 2 SZ železobeton (57.61 m2, 0.45m, 0.077W/mK, 1387kg/m3, 922kJ/kgK)

+-----O1 dvojsklo (argon) (7.75 m2, 0.8W/m2K)

Venkovní stěna

+-----střecha 1 (316.6 m2, 0.302m, 0.039W/mK, 160kg/m3, 800kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----střecha 2 (316.6 m2, 0.302m, 0.039W/mK, 160kg/m3, 800kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----NS 1 Porotherm 25 (331.17m2, 0.25m, 0.28W/mK, 850kg/m3, 1000kJ/kgK)

+-----D1 dveře vnitřní 1,7m (3.43m2, 2W/m2K)

Asymetrická stěna

+-----SN1 Porotherm 25 (55.84m2, 0.25m, 0.28W/mK, 850kg/m3, 1000kJ/kgK)

Podlaha

+-----Podlaha 1 (633.3m2, 0.22m, 0.085W/mK, 1900kg/m3, 800kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti: 5110.6 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení [1]: 18–21 h, 3165 W

Větrání [1]: 0–24 h, 100 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce [1]: 7–13 h, 75 kg, počet osob: 30

Biologická produkce [2]: 15–21 h, 75 kg, počet osob: 30

Biologická produkce [3]: 17–20 h, 75 kg, počet osob: 100

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 18.25h: Citelné teplo Max= 25037.52 W

21.7. 4.08h: Citelné teplo Min= 2235.51 W

21.7. 18.25h: Vázané teplo=4485.64 W Merna Tz = 4.56W/K

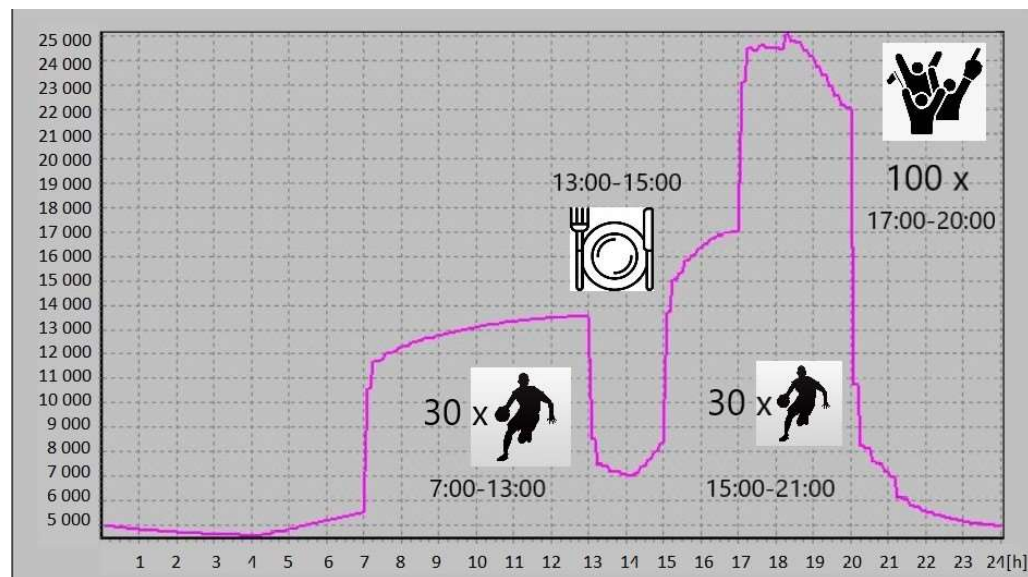
21.7. 18.25h: Potřeba chladu = 287.59kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 287.59kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh

www.volny.cz/virtualworld

Vytvořeno programem TERUNA v1.0 Beta



Obrázek B.3 Průběh tepelných zisků tělocvična (Teruna) [14]

B.3 PRŮTOKY VZDUCHU

Pro každou z prvních dvou zón je navržena jedna rovnotlaká vzduchotechnická jednotka. Přívod vzduchu do zóny se rovná odvodu vzduchu ze zóny. Místnosti v zóně jedna jsou rovnotlaké – přívod i odvod vzduchu v jedné místnosti. Místnosti šaten zóny dva mají navržené přívodní vyústky, vzniká lokální přetlak, který je eliminován odvodními vyústkami v hygienickém zázemí, kde vzniká podtlak, celé zařízení je také rovnotlaké.

B.3.1 Průtoky vzduchu v zóně jedna (tělocvična)

Průtok a teplota přiváděného vzduchu v zóně jedna je navržena pro pokrytí tepelných zisků zóny chlazením v teplém období a pro pokrytí tepelné zátěže teplovzdušným vytápěním v chladném období. Poměr cirkulačního a čerstvého vzduchu je určen množstvím osob.

Tabulka B.6 Průtoky vzduchu tělocvična (červená zóna)

VSTUPNÍ HODNOTY												
místnost							léto		zima		(W)	
Č.ZAŘÍZENÍ	Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA(m ²)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VZD/OSOBA (m ³ /h)	t (C°)	φ (%)	t (C°)	φ (%)	TEP. ZISKY	TEP. ZTR.
1	106	TĚLOCVIČNA	633,33	4813	30	90	24	55	20	30	25037	10972
	121	NÁŘAĐOVNA	29,71	104	-	-	24	55	20	30		
	204	TRIBUNA	76,25	271	100	30	24	55	20	30		
Σ				5084								

VÝPOČTOVÉ HODNOTY									
přívod							Δx	odvod	
Č.ZAŘÍZENÍ	VZD NA KRYTÍ T.ZISKŮ (m ³ /h)	VZD NA KRYTÍ T.ZTRÁT (m ³ /h)	VZD NA HYG JED (m ³ /h)	LÉTO t(°C)	ZIMA t(°C)	VÝMĚNA (h ⁻¹)	ODVLHČENÍ (g/kg _s)	Č.ZAŘÍZENÍ	VZD (m ³ /h)
1	12600	2750	2700	18,5	23,0	2,6	1,204	1	12600
		-	-	18,5	23,0	1	-	1	
		-	3000	18,5	23,0	11	-	1	
Σ	12600							Σ	12600

Počtení řešení výpočtu parametrů vzduchu pro teplovzdušné vytápění a chlazení v zóně jedna.

Vstupní hodnoty

$t_{iL} =$	24 °C	$\varphi_{iL} =$	55 %
$t_{iZ} =$	20 °C	$\varphi_{iZ} =$	30 %
$Q_L =$	25037 W	$t_{m1}/t_{m2} =$	80/60 °C
$Q_Z =$	10972 W	$t_w =$	5 °C
$M_w = m_{lw} \cdot n$		$M_w =$	18200 g/h
$M_w = 250 \cdot 30 + 50 \cdot 116 + 50 \cdot 98$		$M_w =$	5,06 g/s

Připustný teplotní rozdíl

Max rozdíl v létě

$\Delta t_{kl} =$	$t_i - t_p$
$\Delta t_{kl} =$	24-18
$\Delta t_{kl} =$	6 °C

Max rozdíl v zimě

$\Delta t_{kz} =$	$t_p - t_i$
$\Delta t_{kz} =$	32-20
$\Delta t_{kz} =$	12 °C

Stanovení průtoků vzduchu

Léto

$$V_{pl} = Q_L / \rho \cdot c \cdot \Delta t_{kl} \quad \text{m}^3/\text{s}$$
$$V_{pl} = 25037 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6)$$
$$V_{pl} = 3,44 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Zima

$$V_{pz} = Q_Z / \rho \cdot c \cdot \Delta t_{kz} \quad \text{m}^3/\text{s}$$
$$V_{pz} = 10972 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 12)$$
$$V_{pz} = 0,754 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$V_p = \max(V_{pl}; V_{pz}) \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$V_p = 3,50 \quad \text{m}^3/\text{s}$$
$$V_p = 12600 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

Nový rozdíl teplot obecně zima

$$\Delta t_{kz} = Q_Z / \rho \cdot c \cdot V_p \quad ^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{kz} = 10972 / (1,2 \cdot 1010 \cdot (12600/3600)) \quad ^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{kz} = 3,00 \quad ^\circ\text{C}$$

Nový rozdíl teplot obecně léto

$$\Delta t_{kl} = Q_L / \rho \cdot c \cdot V_p \quad ^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{kl} = 25037 / (1,2 \cdot 1010 \cdot (12600/3600)) \quad ^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{kl} = 5,50 \quad ^\circ\text{C}$$

Průtok čerstvého vzduchu

$$V_e = \gamma_{min} \cdot n$$
$$V_e = 90 \cdot 30 + 100 \cdot 30$$
$$V_e = 5700 \quad \text{m}^3/\text{h} = 1,58 \quad \text{m}^3/\text{s}$$
$$n = 30 \text{ lidí} \quad \gamma_{min} = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$n = 100 \text{ lidí} \quad \gamma_{min} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průtok cirkulačního vzduchu

$$V_c = V_p - V_e$$
$$V_c = 3,5 - 1,58$$
$$V_c = 1,92 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad 6900 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

Pracovní rozdíl vlhkostí-odvlhčení vzduchu

$$\Delta x = M_w / (\rho \cdot V_p)$$
$$\Delta x = 5,06 / (1,2 \cdot 3,5)$$
$$\Delta x = 1,204 \quad \text{g/kg}$$

B.3.2 Průtoky vzduchu v zóně dva (šatny a hygienické zázemí)

Průtoky jsou navrženy tak, aby zajistily dostatečnou výměnu vzduchu pro nucené větrání. Množství přiváděného čerstvého vzduchu je dáno počtem osob v šatně. Počet osob je určen jako 0,4 m délky lavice na jednu osobu. Množství odváděného vzduchu v místnostech je navrženo podle počtu osazených předmětů zdravotnický (WC, umyvadlo, sprcha, pisoár) [12].

Tabulka B.7 Průtoky vzduchu šatny a hygienické zázemí (modrá zóna)

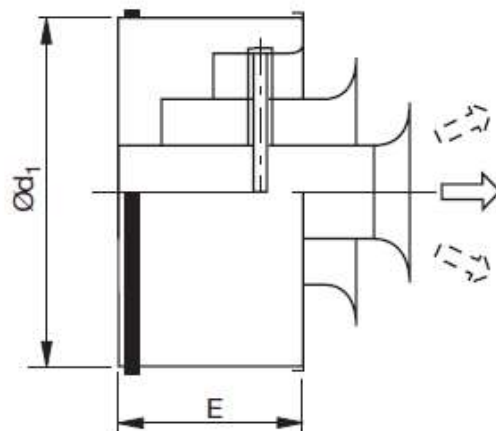
VSTUPNÍ HODNOTY											NÁVRHOVÉ HODNOTY								
místnost							léto		zima		PŘÍVOD					ODVOD			
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA(m ²)	OBJEM (m ³)	POČET OSOB	VZD/OSOBA, ZAŘÍZENÍ	t (C°)	φ (%)	t (C°)	φ (%)	Č. ZAŘÍZENÍ	VZD (m ³ /h)	LÉTO (C°)	ZIMA (C°)	VÝMĚNA (h ⁻¹)	Č. ZAŘÍZENÍ	VZD (m ³ /h)		
2	108	ŠATNA MUŽI	20,48	71,68	14	25	26	50	24	30	2	435	-	25	6,1				
	109	WC, SPRCHA	12,26	42,91		435	26	80	25	60			-	-		2	435		
	110	ŠATNA ŽENY	18,03	63,11	12	30	26	50	24	30	2	310	-	25	4,9				
	111	WC, SPRCHA	9,82	34,37		310	26	80	25	60			-	-		2	310		
	112	ŠATNA	6,6	23,1	3	30	26	50	24	30	2	180	-	25	7,8				
	113	WC, SPRCHA	6,34	22,19		180	26	80	25	60			-	-		2	180		
	114	ŠATNA	17,88	62,58	11	30	26	50	24	30	2	310	-	25	5,0				
	115	ŠATNA	20,4	71,4	14	25	26	50	24	30	2	350	-	25	4,9				
	116	WC, SPRCHA	9,15	32,03		350	26	80	25	60			-	-		2	350		
	117	WC, SPRCHA	9,39	32,87		310	26	80	25	60			-	-		2	310		
	207	ŠATNA ŽENY	22,78	80,87	18	25	26	50	24	30	2	450	-	25	5,6				
	208	WC, SPRCHA	12,75	45,26		450	26	80	25	60			-	-		2	450		
	209	ŠATNA MUŽI	17,22	61,13	14	25	26	50	24	30	2	360	-	25	5,9				
	210	WC, SPRCHA	12,75	45,26		360	26	80	25	60			-	-		2	360		
											Σ	2395						Σ	2395

B.4 DISTRIBUCE VZDUCHU

B.4.1 Přívodní prvky zóna jedna

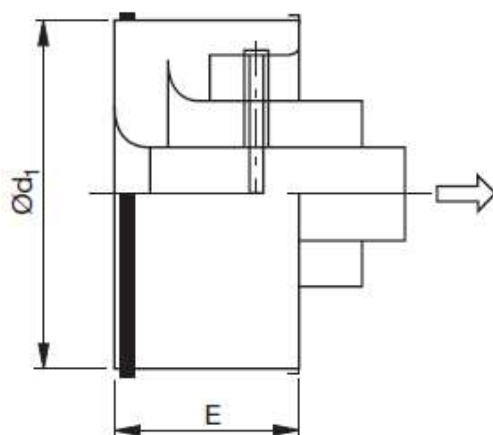
Pro přívádění vzduchu do tělocvičny jsou vybrány trysky, které jsou vhodné pro distribuci vzduchu u velkých ploch. Jsou vhodné pro chladný i teplý vzduch. Mají možnosti více nastavení – pro rozptýlený vzduch (instalation 0) nebo koncentrovaný (instalation 1). V tělocvičně je využito nastavení 0 pro větší rozptýlení vzduchu. [9]

Installation 0



Diffused supply air – for installation in a circular duct or fitting. Supplied adapted to this form of installation as standard.

Installation 1



Concentrated supply air – for installation in a circular duct or fitting. The insert is turned 180 degrees.

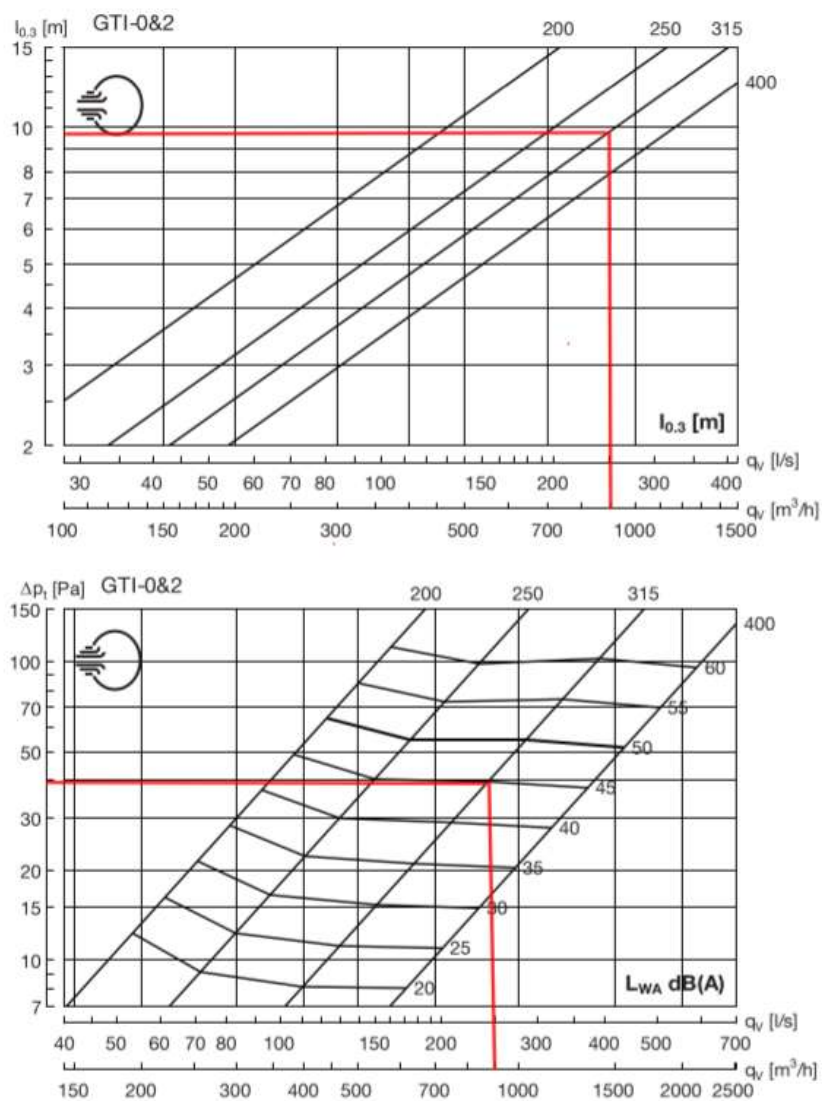
Obrázek B.4 Dýza GTI [9]

Pro tělocvičnu je navržena dýza GTI-0-315 s průtokem přívodního vzduchu 900 m³/h.

Tabulka B.8 Velikosti dýza GTI [9]

Size	ØA mm	B mm	C mm	Ød ₁ mm	E mm	F mm	Ød ₂ mm	Weight kg
200	203	40	55	198	109	170	158	0,8
250	253	50	75	248	139	210	198	1,3
315	318	60	95	313	169	260	248	2,0
400	403	70	115	398	199	321	313	2,8

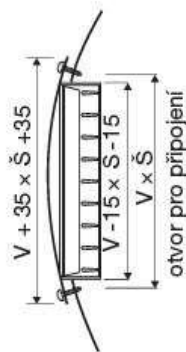
Diffuse supply



Obrázek B.5 Dýza GTI výběrové diagramy [9]

B.4.2 Odvodní prvky zóna jedna

Pro odvádění vzduch je vybrán jeden typ vyústek do kruhového potrubí – dvě velikosti pro snadnější montáž do menší a větší dimenze potrubí. Odvodní vyústky do kruhového potrubí jsou vybrány z důvodu estetického, potrubí není zakryté pohledem. [15]

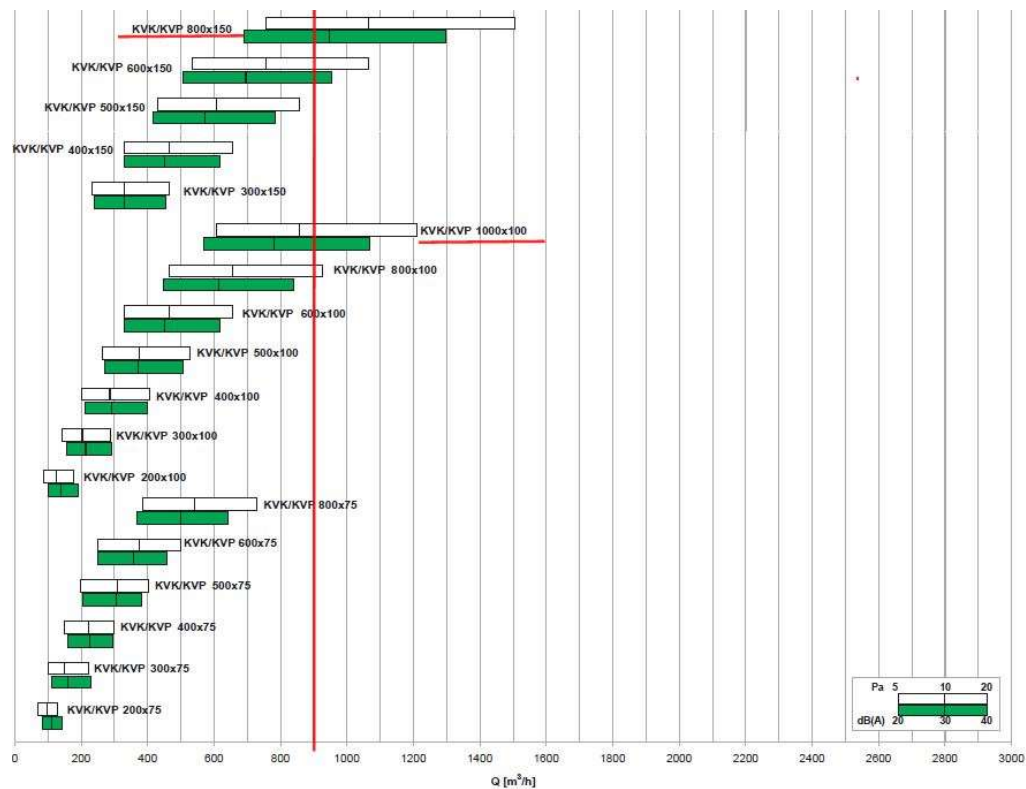


KVK2/KVP2

Obrázek B.6 Vyústka do kruhového potrubí [15]

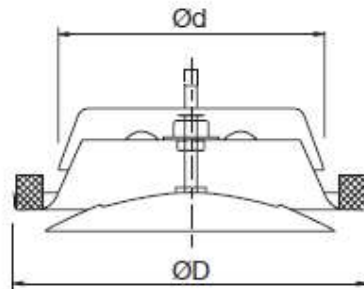
Pro kruhové potrubí průměru pět set milimetrů a více je vybrána KVK2 800 × 150 mm a pro průměry potrubí čtyři sta padesát a méně je vybrána vyústka KVK2 1000 × 100 mm. Pro obě velikosti vyústek platí průtok 900 m³/h.

Tabulka B.9 Výběr odvodní vyústky do kruhového potrubí [15]



B.4.3 Přívodní prvky zóna dva

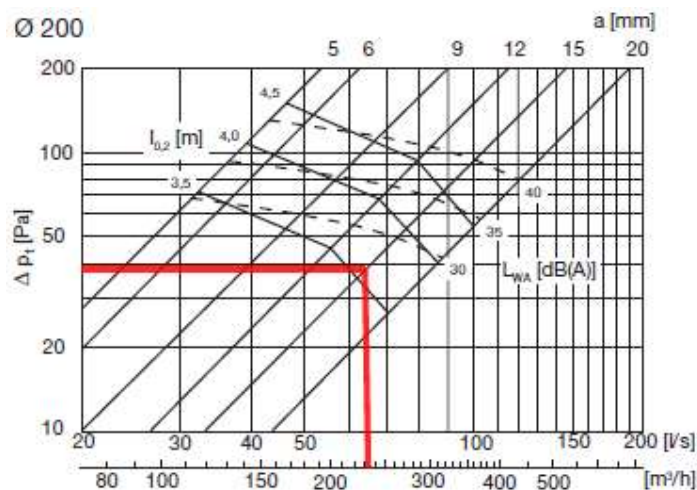
Pro přívod vzduchu do šaten je vybrán talířový ventil určený pro montáž na strop.



Ød nom	ØD [mm]	m [kg]
80	111	0,14
100	130	0,21
125	160	0,30
150	190	0,39
160	190	0,41
200	245	0,65

Obrázek B.7 Přívodní talířový ventil řady KI a dimenze [16]

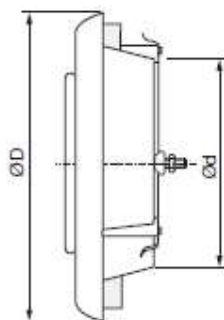
Pro přívod vzduchu do zóny jedna jsou vybrány $\varnothing 160$ mm a $\varnothing 200$ mm. Ukázka návrhu nejvzdálenější vyústky od vzduchotechnického zařízení s průtokem $235 \text{ m}^3/\text{h}$.



Obrázek B.8 Talířový ventil řady KI $\varnothing 200$ mm [16]

B.4.4 Odvodní prvky zóna dva

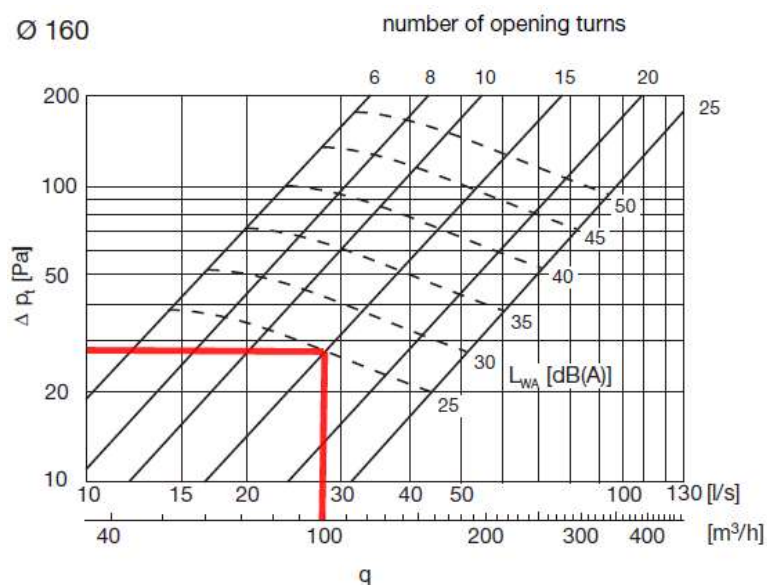
Pro odvod vzduchu z hygienického zázemí zóny dva, je vybrán talířový ventil určený pro odvod vzduchu a montáž do stropu.



Ød nom	ØD [mm]	m [kg]
80	114	0,07
100	138	0,09
125	164	0,11
160	190	0,24
200	246	0,33

Obrázek B.9 Odvodní talířový ventil řady KPF a dimenze [17]

Pro odvod vzduchu ze zóny dva je využit \varnothing 100 mm, \varnothing 125 mm, \varnothing 160 mm a \varnothing 200 mm. Vždy podle požadovaného průtoku a velikosti odvodního potrubí. Ukázka návrhu nejvzdálenější vyústky od vzduchotechnické jednotky. Navrhovaný průtok $100 \text{ m}^3/\text{h}$.



Obrázek B.10 Talířový ventil řady KPF \varnothing 160 mm [17]

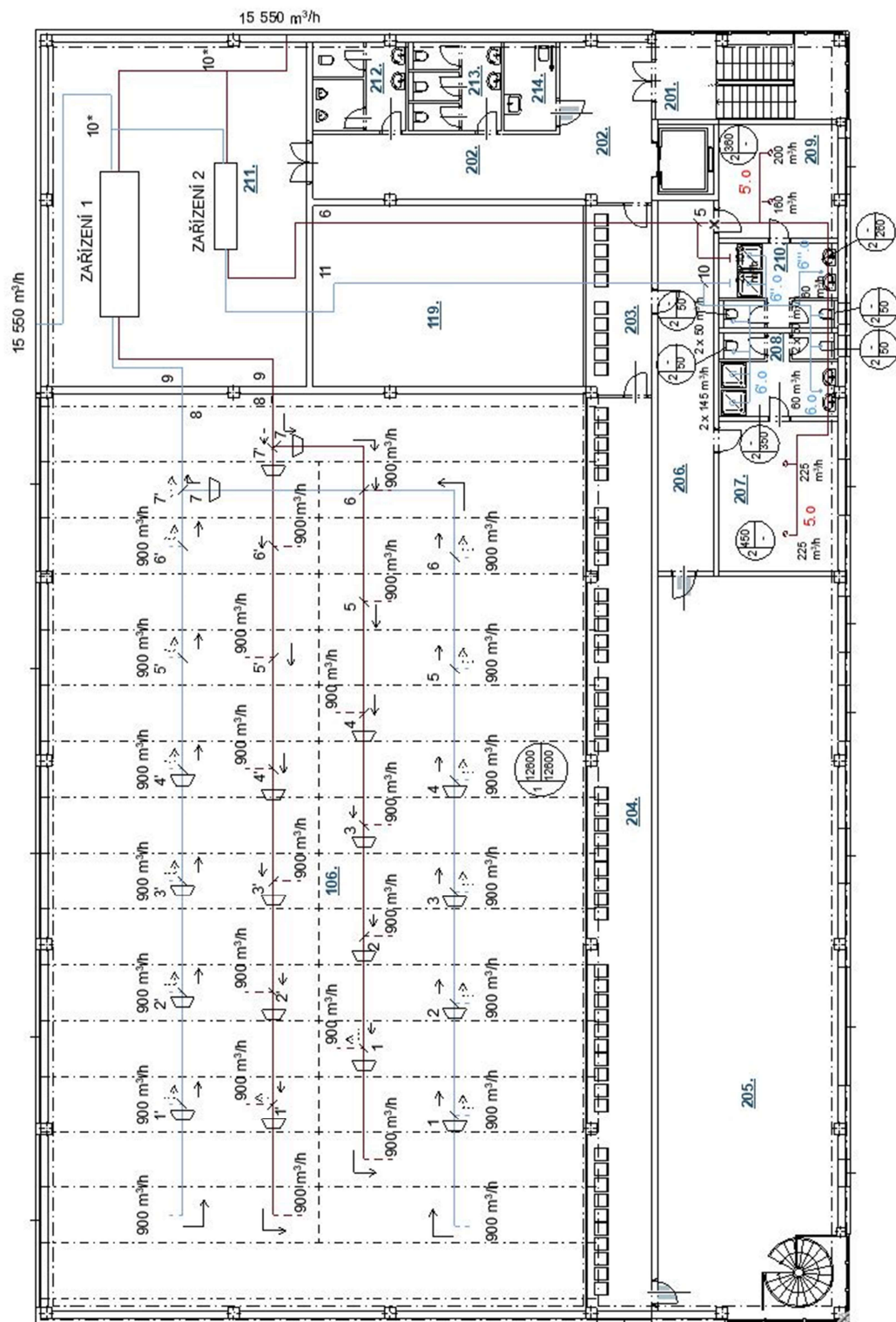
B.4.5 Výpis distribučních prvků podle místností

Tabulka B.10 Distribuční prvky zařízení 1 a 2

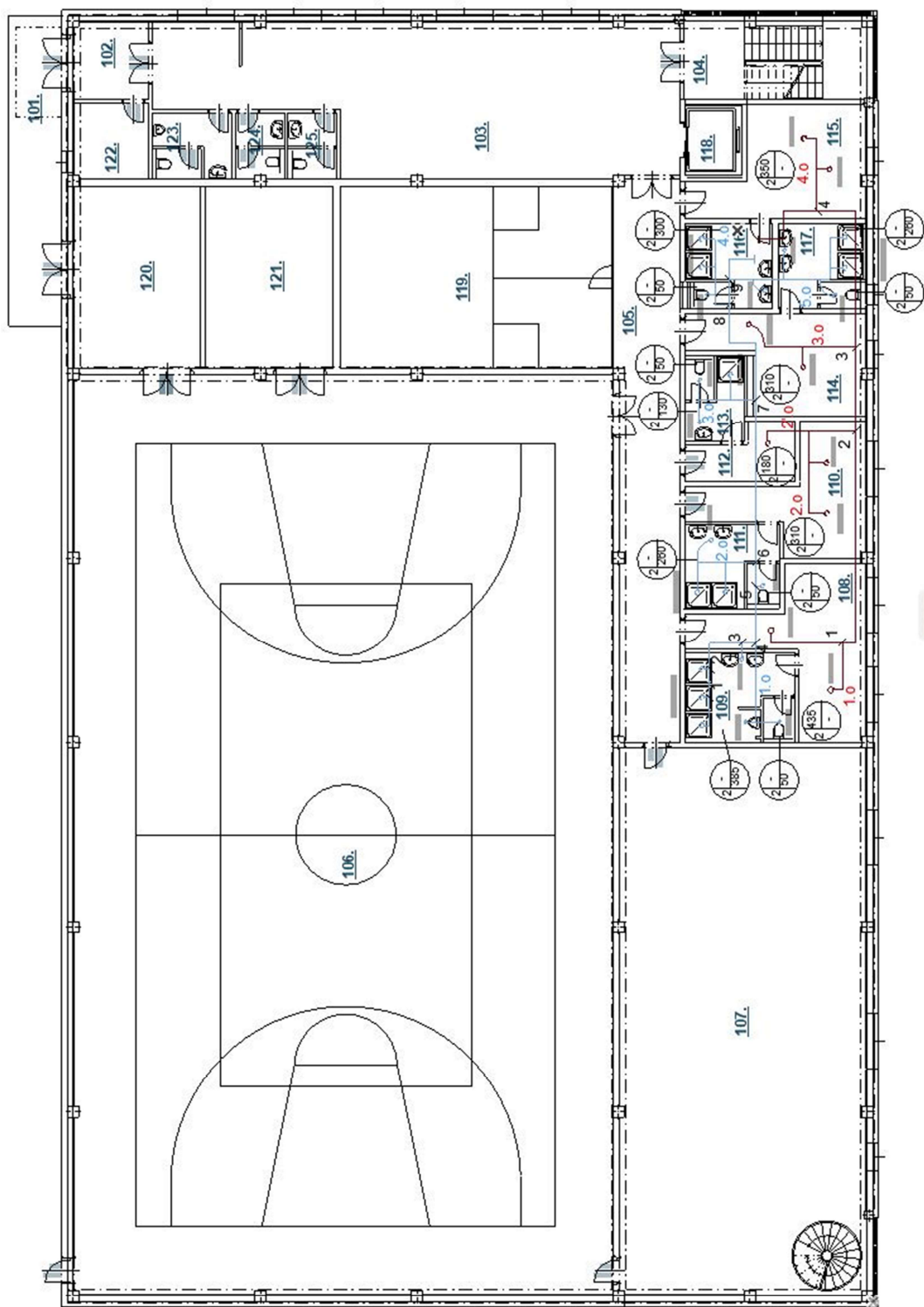
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA (m ²)	OBJEM (m ³)	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VÝUSTKY	POČET (KS)	PRŮTOK NA 1 ELEMENT (m ³ /h)	Δpc (Pa)	L _{wa} (dB)	H (m)	H _z (m)
1	106	TĚLOCVIČNA	633,33	4813	P	Dýza GTI 400 A	14	900	38	44	8,00	1,8
	121	NÁŘAĐOVNA	29,71	104	O	Mřížka KVK2 1000 x 100	2	900	13	34	8,50	
	204	TRIBUNA	76,25	271	O	Mřížka KVK2 800 x 150	12	900	7	28	8,50	
2	108	ŠATNA MUŽI	20,48	71,68	P	Talířový ventil KI 200	1	235	38	20	3,15	1,8
					P	Talířový ventil KI 200	1	200	29	15	3,15	1,8
	109	WC, SPRCHA	12,26	42,91	O	Talířový ventil KPF 160	3	100	28	25	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	60	30	21	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	2	50	20	15	3,15	
	110	ŠATNA ŽENY	18,03	63,11	P	Talířový ventil KI 160	1	160	16	10	3,15	1,8
					P	Talířový ventil KI 160	1	150	14	8	3,15	1,8
	111	WC, SPRCHA	9,82	34,37	O	Talířový ventil KPF 160	2	100	28	25	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	2	60	30	21	3,15	
	112	ŠATNA	6,6	23,1	P	Talířový ventil KI 160	1	180	21	22	3,15	1,8
	113	WC, SPRCHA	6,34	22,19	O	Talířový ventil KPF 160	1	100	28	25	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	1	50	20	15	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	1	30	12	5	3,15	
	114	ŠATNA	17,88	62,58	P	Talířový ventil KI 160	1	160	16	10	3,15	1,8
					P	Talířový ventil KI 160	1	150	14	8	3,15	1,8
	115	ŠATNA	20,4	71,4	P	Talířový ventil KI 160	1	200	25	25	3,15	1,8
					P	Talířový ventil KI 160	1	150	14	8	3,15	1,8
	116	WC, SPRCHA	9,15	32,03	O	Talířový ventil KPF 160	2	120	48	33	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	60	30	21	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	50	20	10	3,15	
	117	WC, SPRCHA	9,39	32,87	O	Talířový ventil KPF 160	2	100	28	25	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	60	30	21	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	50	20	10	3,15	
	207	ŠATNA ŽENY	22,78	80,87	P	Talířový ventil KI 160	2	225	32	29	3,15	1,8
	208	WC, SPRCHA	12,75	45,26	O	Talířový ventil KPF 200	2	145	25	30	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	1	50	20	10	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	1	60	26	20	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	1	50	20	15	3,15	
	209	ŠATNA MUŽI	17,22	61,13	P	Talířový ventil KI 160	1	200	25	25	3,15	1,8
					P	Talířový ventil KI 160	1	160	16	10	3,15	1,8
	210	WC, SPRCHA	12,75	45,26	O	Talířový ventil KPF 160	2	100	28	25	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 125	2	50	20	10	3,15	
					O	Talířový ventil KPF 100	1	60	26	20	3,15	

B.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

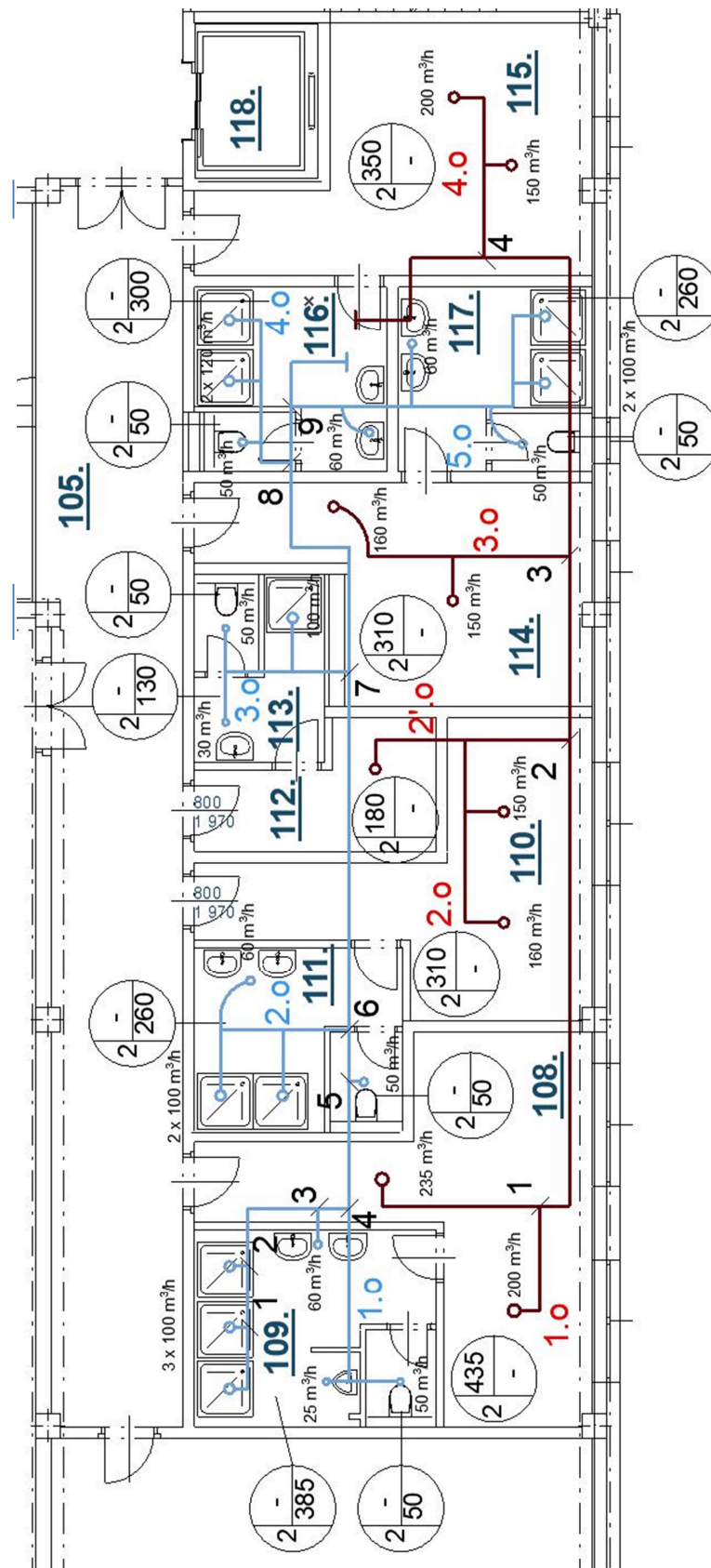
B.5.1 Dimenzační schémata



Obrázek B.11 Dimenzační schéma 2. NP



Obrázek B.12 Dimenzační schéma 1. NP



Obrázek B.13 Výřez Dimenzační schéma 1. NP

B.5.2 Návrh potrubí zařízení 1 (tělocvična)

Podkladem pro výpočty byla dimenzační schémata z předcházející části a výkresy. Pro výpočet návrhu potrubní sítě bylo využito metody rychlostí. Metoda spočívá v postupném zvyšování rychlosti od nejvzdálenější vyústky po vzduchotechnické zařízení.

Přívodní potrubí

Tabulka B.11 Dimenzování přívod zařízení číslo 1 – hlavní větev

Dimenzování potrubí: PŘÍVODNÍ POTRUBÍ - zařízení 1												
úsek	průtok vzduchu V	délka úseku L	předběžná rychlost v'	průtočná plocha S'	průměr kruhového potrubí pro S'	rozměry potrubí čtyřhranné AxB	průměr potrubí d	skutečná rychlost v	měrná tlaková ztráta R	součet vřazených odporů ξ	tlaková ztráta místními odporami Z	celková tlaková ztráta Z+R*L
u	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	900	4	3	0,083	0,326		0,355	2,53	0,2	0,9	3,4	4,3
2	1800	4	3,3	0,152	0,439		0,500	2,55	0,1	0,6	2,3	2,9
3	2700	4	3,6	0,208	0,515		0,560	3,05	0,2	0,6	3,3	4,0
4	3600	4	3,9	0,256	0,571		0,630	3,21	0,2	0,6	3,7	4,4
5	4500	4	4,2	0,298	0,616		0,710	3,16	0,1	0,3	1,8	2,4
6	5400	4	4,5	0,333	0,651		0,710	3,79	0,2	0,3	2,6	3,4
7	6300	4,8	4,8	0,365	0,681		0,710	4,42	0,3	0,9	10,6	11,8
8	12600	1	5	0,700	0,944		1,000	4,46	0,2	0,6	7,1	7,4
9	12600	15,3	5	0,700	0,944	900x800		4,86	0,2	4,6	65,2	68,6
10*	15550	10,1	5	0,864	1,049	900x900		5,33	0,3	2,7	46,1	49,2
										Σ potrubí		
										výúst Δp _c		
										klapky		
										tlumič		
										žaluzie		
										Celková tlaková ztráta [Pa]		
										158,2		
										38,0		
										6,0		
										11,0		
										18,0		
										231		

- 10* je úsek společného sání

Přívodní potrubí – vedlejší větev

Tabulka B.12 Dimenzování přívod zařízení číslo 1 – vedlejší větev

Dimenzování potrubí: PŘÍVODNÍ POTRUBÍ vedlejší větev - zařízení 1											
úsek	průtok vzduchu v úseku	délka úseku	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	průměr potrubí	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	součet vřazených odporů	tlaková ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta úseku
u	V	L	v'	S'	d'	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1'	900	4	3	0,083	0,326	0,355	2,53	0,2	0,9	3,4	4,3
2'	1800	4	3,3	0,152	0,439	0,500	2,55	0,1	0,6	2,3	2,9
3'	2700	4	3,6	0,208	0,515	0,560	3,05	0,2	0,6	3,3	4,0
4'	3600	4	3,9	0,256	0,571	0,630	3,21	0,2	0,6	3,7	4,4
5'	4500	4	4,2	0,298	0,616	0,710	3,16	0,1	0,3	1,8	2,4
6'	5400	4	4,5	0,333	0,651	0,710	3,79	0,2	0,3	2,6	3,4
7'	6300	3,5	4,8	0,365	0,681	0,710	4,42	0,3	0,6	7,0	7,9

Odvodní potrubí

Tabulka B.13 Dimenzování odvod zařízení číslo 1 – hlavní větev

Dimenzování potrubí: ODVODNÍ POTRUBÍ – zařízení 1												
úsek	průtok vzduchu V m ³ /h	délka úseku L m	předběžná rychlost v' m/s	přůtočná plocha S' m ²	průměr kruhového potrubí pro S' d' m	rozměry potrubí čtyřhranné AxB mm	průměr potrubí d m	skutečná rychlost v m/s	měrná tlaková ztráta R Pa/m	součet vřazených odporů ξ -	tlaková ztráta místními odporů Z Pa	celková tlaková ztráta úseku Z+R*L Pa
1	900	4	3	0,083	0,326		0,355	2,53	0,2	0,9	3,4	4,3
2	1800	4	3,3	0,152	0,439		0,500	2,55	0,1	0,9	3,5	4,1
3	2700	4	3,6	0,208	0,515		0,560	3,05	0,2	0,9	5,0	5,7
4	3600	4	3,9	0,256	0,571		0,630	3,21	0,2	0,9	5,6	6,2
5	4500	4	4,2	0,298	0,616		0,710	3,16	0,1	0,6	3,6	4,2
6	5400	4	4,5	0,333	0,651		0,710	3,79	0,2	0,6	5,2	5,9
7	6300	11,75	4,8	0,365	0,681		0,710	4,42	0,3	3,2	37,5	40,5
8	12600	1,1	5	0,700	0,944		1,000	4,46	0,2	0,6	7,1	7,4
9	12600	11,5	5	0,700	0,944	900x800		4,86	0,2	3,7	52,5	55,0
10*	15550	16,5	5	0,864	1,049	900x900		5,33	0,3	4,7	80,2	85,3
									Σpotrubí		218,6	
									výustí Δp _c		13,0	
									klapky		6,0	
									tlumič		14,0	
									žaluzie		14,0	
									Celková tlaková ztráta [Pa]		266	

- 10* je úsek společného výfuku

Odvodní potrubí – vedlejší větev

Tabulka B.14 Dimenzování odvod zařízení číslo 1 – vedlejší větev

Dimenzování potrubí: ODVODNÍ POTRUBÍ vedlejší větev - zařízení 1											
úsek	průtok vzduchu v úseku	délka úseku	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	průměr potrubí	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	součet vrazených odporů	tlaková ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta úseku
u	V	L	v'	S'	d'	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1'	900	4	3	0,083	0,326	0,355	2,53	0,2	0,9	0,6	1,5
2'	1800	4	3,3	0,152	0,439	0,500	2,55	0,1	0,9	0,6	1,2
3'	2700	4	3,6	0,208	0,515	0,560	3,05	0,2	0,9	0,6	1,3
4'	3600	4	3,9	0,256	0,571	0,630	3,21	0,2	0,9	0,6	1,3
5'	4500	4	4,2	0,298	0,616	0,710	3,16	0,1	0,6	0,4	1,0
6'	5400	4	4,5	0,333	0,651	0,710	3,79	0,2	0,6	0,4	1,2
7'	6300	4,4	4,8	0,365	0,681	0,710	4,42	0,3	0,9	0,6	1,8

B.5.3 Návrh potrubí zařízení 2 (šatny a hygienické zázemí)

Pro návržení potrubní sítě bylo využito metody rychlostí. Metoda spočívá v postupném zvyšování rychlosti od nejvzdálenější vyústky po vzduchotechnické zařízení.

Přívodní potrubí

Tabulka B.15 Dimenzování přívod zařízení číslo 2 – hlavní větev

Dimenzování potrubí: PŘÍVODNÍ POTRUBÍ - zařízení 2												
úsek	průtok vzduchu v úseku	délka úseku	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	plocha potrubí čtyřhranné	rovnocenný průměr	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	součet vřazených odporů	tlaková ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta úseku
u	V	L	v'	S'	d'	ŠxV	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	235	2,25	3	0,022	0,166	125x250	0,167	2,99	0,7	0,9	4,8	6,3
2	435	7,5	3,3	0,037	0,216	200x250	0,222	3,12	0,6	1,2	7,0	11,6
3	925	3	3,6	0,071	0,301	400x250	0,308	3,46	0,5	0,6	4,3	5,6
4	1235	7,2	3,9	0,088	0,335	400x280	0,329	4,03	0,5	1,2	11,7	15,6
5	1585	9,2	4,2	0,105	0,365	500x280	0,359	4,35	0,6	3,0	34,1	39,1
6	2395	14	5	0,133	0,412	500x355	0,415	4,91	0,7	1,0	14,5	23,9
10*	15550	10,1	5	0,864	1,049	900x900	0,900	5,33	0,3	2,7	46,1	49,2
									Σpotrubí			151,3
									výúst Δp _c			38,0
									klapky			21,0
									tlumič			10,0
									žaluzie			18,0
									Celková tlaková ztráta [Pa]			238

- 10* je úsek společného sání

Přívodní potrubí – připojované úseky

Tabulka B.16 Dimenzování přívod zařízení číslo 2 – vedlejší větve

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ připojované úseky - zařízení 2							
úsek	průtok vzduchu v úseku	rychlost v místě napojení	průměrná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	plocha potrubí čtyřhranné	rovnocenný průměr	skutečná rychlost
u	V	v'	S'	d'	ŠxV	d	v
-	m ³ /h	m/s	m ²	m	mm	m	m/s
místnost 108							
1. odbočka							
1	200	2,99	0,019	0,154	125x225	0,161	2,74
místnost 110							
2. odbočka							
1	160	3	0,015	0,137	100x250	0,143	2,77
2	310	3	0,029	0,191	160x250	0,195	2,88
3	490	3,12	0,044	0,236	225x250	0,237	3,09
místnost 112							
2' odbočka							
1	180	2,8	0,018	0,151	125x200	0,154	2,69
2	310	2,88	0,030	0,195	160x250	0,195	2,88
místnost 114							
3. odbočka							
1	160	3	0,015	0,137	100x200	0,133	3,18
2	310	3,46	0,025	0,178	160x200	0,178	3,47
místnost 115							
4. odbočka							
1	200	3	0,019	0,154	125x200	0,154	2,99
2	350	4,03	0,024	0,175	160x200	0,178	3,92
místnost 207							
5. odbočka							
1	225	3	0,021	0,163	160x200	0,178	2,52
2	450	3,3	0,038	0,220	250x200	0,222	3,22
3	810	4,35	0,052	0,257	355x200	0,256	4,38
místnost 209							
5' odbočka							
1	200	3	0,019	0,154	125x200	0,154	2,99
2	360	3,22	0,031	0,199	200x200	0,200	3,18

Odvodní potrubí

Tabulka B.17 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – hlavní větev

Dimenzování potrubí: ODVODNÍ POTRUBÍ - zařízení 2												
úsek	průtok vzduchu v úseku	délka úseku	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	plocha potrubí čtyřhranné	rovnocenný průměr	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	součet vřazených odporů	tlaková ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta úseku
u	V	L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
-	m ³ /h	m	m/s	m ²	m	mm	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
1	100	1	2,5	0,011	0,119	100x225	0,138	1,84	0,7	0,9	1,8	2,5
2	200	1	2,75	0,020	0,160	125x225	0,161	2,74	0,7	0,9	4,0	4,7
3	300	2,1	3	0,028	0,188	160x225	0,187	3,03	0,7	1,5	8,3	9,7
4	360	0,65	3,25	0,031	0,198	180x225	0,200	3,18	0,6	0,6	3,6	4,1
5	435	1,7	3,5	0,035	0,210	200x225	0,212	3,43	0,7	0,9	6,4	7,5
6	485	0,5	3,75	0,036	0,214	200x250	0,222	3,47	0,7	0,9	6,5	6,9
7	745	6,8	4	0,052	0,257	280x250	0,264	3,78	0,6	0,6	5,1	9,1
8	925	1,75	4,25	0,060	0,277	315x250	0,279	4,21	0,8	0,9	9,6	10,9
9	1215	1	4,5	0,075	0,309	315x315	0,315	4,33	0,6	0,9	10,1	10,8
10	1585	5	4,75	0,093	0,344	400x315	0,352	4,51	0,7	2,2	26,9	30,2
11	2395	15,1	5	0,133	0,412	630x315	0,420	4,80	0,6	0,7	9,7	18,4
10*	15550	16,5	5	0,864	1,049	900x900	0,900	5,33	0,3	4,7	80,2	85,3
										Σpotrubí		200,1
										Δp _c		28,0
										klapky		24
										tlumič		9,0
										žaluzie		14,0
										Celková tlaková ztráta [Pa]		275

- 10* je úsek společného výfuku

Odvodní potrubí – připojované úseky

Tabulka B.18 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – vedlejší větve 1. část

ODVODNÍ POTRUBÍ připojované úseky - zařízení 2							
úsek	průtok vzduchu v úseku	předběžná rychlost	průměrná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	plocha potrubí čtyřhranné	rovnocenný průměr	skutečná rychlost
u	V	v'	S'	d'	AxB	d	v
-	m ³ /h	m/s	m ²	m	mm	m	m/s
místnost 109							
1. odbočka							
1	75	3,18	0,0066	0,091	100x100	0,111	2,15
místnost 111							
2. odbočka							
1	160	3	0,0148	0,137	100x225	0,138	2,95
2	260	3,43	0,0211	0,164	125x250	0,167	3,31
místnost 113							
3. odbočka							
1	80	2,5	0,0089	0,106	100x125	0,111	2,29
2	180	3,78	0,0132	0,130	100x180	0,129	3,85
místnost 116							
4. odbočka							
1	120	2,5	0,0133	0,130	100x180	0,129	2,57
	240	3,5	0,019	0,156	125x200	0,154	3,59
	290	4,21	0,0191	0,156	125x200	0,154	4,33
místnost 117							
5. odbočka							
1	100	2,9	0,0096	0,110	100x180	0,129	2,14
2	200	3,3	0,0168	0,146	160x180	0,169	2,46
3	250	3,7	0,0188	0,155	160x180	0,169	3,08
4	310	4	0,0215	0,166	160x180	0,169	3,82
5	370	4,33	0,0237	0,174	160x200	0,178	4,14
místnost 208							
6. odbočka							
1	60	2,5	0,0067	0,092	100x125	0,111	1,72
2	110	2,7	0,0113	0,120	100x125	0,111	3,15
3	160	3	0,0148	0,137	100x200	0,133	3,18
4	210	3,25	0,0179	0,151	125x200	0,154	3,14
5	360	3,75	0,0267	0,184	180x225	0,200	3,18
6	810	4,51	0,0499	0,252	280x225	0,250	4,60

Tabulka B.19 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – vedlejší větve 2. část

ODVODNÍ POTRUBÍ připojované úseky - zařízení 2							
úsek	průtok vzduchu v úseku	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí pro S'	plocha potrubí čtyřhranné	rovnocenný průměr	skutečná rychlost
u	V	v'	S'	d'	AxB	d	v
-	m ³ /h	m/s	m ²	m	mm	m	m/s
místnost 208							
6.' odbočka							
1	145	3	0,0134	0,131	100x225	0,138	2,67
2	290	3,25	0,0248	0,178	160x225	0,187	2,93
3	340	3,5	0,027	0,185	160x225	0,187	3,44
4	390	3,71	0,0292	0,193	180x225	0,200	3,45
místnost 210							
6.'' odbočka							
1	100	3	0,0093	0,109	100x180	0,129	2,14
2	200	3,29	0,0169	0,147	125x200	0,148	3,25
místnost 210							
6.iii odbočka							
1	60	3,14	0,0053	0,082	100x125	0,111	1,72

B.5.4 Výsledná tabulka tlakových ztrát

Shrnutí výpočtu tlakových ztrát zařízení 1 a zařízení 2.

Tabulka B.20 Celkové tlakové ztráty

Zařízení 1 - tělocvična	
přívodní potrubí	231 Pa
odvodní potrubí	266 Pa
Zařízení 2 - šatny a hygienické zázemí	
přívodní potrubí	238 Pa
odvodní potrubí	275 Pa

B.6 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

Vzduchotechnické jednotky pro zónu 1 i zónu 2 byly navrženy pomocí návrhového softwaru AeroCad od firmy Remak, a.s [18]. U obou případů zařízení se množství přiváděného vzduchu do zóny rovná množství odváděného vzduchu ze zóny. Obě zařízení splňují nařízení komise (EU) č. 1253/2014 – Ecodesign [19].

B.6.1 Zařízení č. 1

Zařízení č. 1 zajišťuje teplovzdušné vytápění v zimním období a klimatizaci v letním období pro tělocvičnu, nářadovnu a tribunu (zóna 1). Do zóny je přiváděno 12 600 m³/h vzduchu, z čehož je 5 700 m³/h čerstvého vzduchu a 6 900 m³/h cirkulačního vzduchu. Množství odváděného vzduchu je 12 600 m³/h. Odvod i přívod vzduchu zabezpečí navržená jednotka vzduchotechniky. Zařízení pracuje s tlakovou ztrátou na přívodu 231 Pa a na odvodu 266 Pa. Tyto ztráty jsou dány výpočtem z délky, tvaru potrubí a z tlakových ztrát jednotlivých potrubních prvků. Výpočet tlakových ztrát je proveden v kapitole *B.5 Dimenzování potrubí*. Jednotka obsahuje filtry, rotační výměník, směšovací komoru, vodní ohříváč, výparníkový chladič a eliminátor kapek. V zimním období se venkovní vzduch nejdříve ohřeje pomocí ZZT v rotačním výměníku, následně se ve směšovací komoře smísí s teplejším vzduchem z interiéru, a na závěr se dohřeje vodním ohříváčem na požadovaných 23°C. V letním období prochází vzduch také rotačním výměníkem a směšovací komorou, ale na závěr je chlazen výparníkovým chladičem, kde se přiváděný vzduch ochladí na 18,5 °C. Pro zónu 1 je vybrána sestavná VZT jednotka AeroMaster XP 22 ve vnitřním provedení.

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 22	
Rídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	2 332 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	12600 m ³ /h	12600 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	238 Pa	266 Pa
Rychlost v průřezu	2.26 m/s	2.26 m/s
Výkon motoru nominální	5.50 kW	4.00 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 2,5 >65%	-
SFP _u	1015 W.m ⁻¹ .s	848 W.m ⁻¹ .s

Model box AMXP3



		Parametry pláště dle EN1886	
		Mechanická stabilita	D2(M)
		Netěsnost skříně	L1(R)
		Termická izolace	T4(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)
SFP _{ahu}	1863 W.m ⁻¹ .s		

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

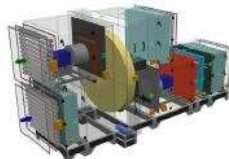
	Na straně vzduchu	83 %, 64.2 kW	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 ~ 13.9 °C		180 W, frekvenční měnič je součástí dodávky
Směšování	13.9 ~ 17.2 °C	%	
Ohřev	17.2 ~ 23.0 °C	23.7 kW	80/44 °C, Voda, 0.1 kPa, 0.58 m ³ /h, 2"
Chlazení	24.6 ~ 17.0 °C	45.8 kW	5 °C, Freon R410A (Mix), 9.5 kPa, 1104 kg/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	LwAokt [dB(A)]	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	ΣLwA [dB(A)]
Přívod - sání	45	58	73	70	68	65	62	65	77	
Přívod - výtlak	53	63	79	78	80	71	66	69	84	
Přívod - okolí	48	50	64	58	59	53	53	51	67	
Odvod - sání	46	60	74	73	69	67	64	69	78	
Odvod - výtlak	56	68	83	84	86	81	81	84	91	
Odvod - okolí	49	52	64	58	58	53	53	53	67	

Axonometrický pohled na zařízení



Obrázek B.14 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 1 [18]

Ekodesign - posouzení shody s ErP (2018)

INFORMACE O VĚTRACÍ JEDNOTCE DLE NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) Č. 1253/2014, ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek.

Zařízení je ve shodě s požadavky ErP 2018: Ano

* **	Požadovaná informace	Požadavek ErP 2018	Hodnota	Vyhovuje ErP 2018
	Název zařízení: 01 - Tělocvična VZT			
x x	a) Název výrobce	info	REMAK	
x x	b) Identifikační značka modelu	info	AeroMaster XP 22	
x x	c) Deklarovaná typologie	info	NRVU / BVU ¹⁾	
x x	d) Typ pohonu	info a shoda typu	Proměnné otáčky ²⁾	Ano
x x	e) Typ systému zpětného získávání tepla	info a shoda typu	Jiný - RHE ³⁾	Ano
x	f) Tepelná účinnost systému ZZT	$\eta_{LHV, min} = 73 \%$	$\eta_{LHV} = 81.3 \%$	Ano
x x	g) Jmenovitý průtok větrací jednotky	info	$Q_{nom} = 3.5 \text{ m}^3/\text{s}$	
x	h) Efektivní elektrický příkon	info	$P = 7.33 \text{ kW}$	
x	i) Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí	$SFP_{int, limit} = 900 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	$SFP_{int} = 494 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	Ano
x	Přívodní ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, SUP, 1} = 361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	
x	Odtahový ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, EXHA, 1} = 133 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	
x x	j) Účinná nátoková rychlost při konstrukčním průtoku	info	$v = 2.26 \text{ m/s}$	
x	k) Jmenovitý vnější tlak			
x x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{e, ext, SUP} = 238 \text{ Pa}$	
x x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{e, ext, EXHA} = 266 \text{ Pa}$	
x	l) Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{e, int, SUP} = 151 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{e, int, EXHA} = 52 \text{ Pa}$	
x	m) Vnitřní tlaková ztráta jiných než větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{e, add, SUP} = 264 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{e, add, EXHA} = 95 \text{ Pa}$	
x	n) Statická účinnost ventilátorů			
x	Přívodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, SUP} = 66 \%$	Ano
x	Odvodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, EXHA} = 59 \%$	Ano
x x	o) Deklarovaná maximální netěsnost skříně			
x x	Vnější netěsnost (podtlak/přetlak)	info	0.46 / 0.35 %	
x x	Vnitřní netěsnost přenesení	info	5 %	
x x	p) Energetická náročnost filtrů	info	-	
x x	q) Popis vizuálního upozornění na výměnu filtru	info	Snímač tlakové difference ⁴⁾	
x	r) Hladina akustického výkonu skříně			
x	Přívodní větev	info	$L_{WA, SUP} = 67 \text{ dB(A)}$	
x	Odvodní větev	info	$L_{WA, EXHA} = 67 \text{ dB(A)}$	

* Skutečná jednotka
** Referenční jednotka

1) NRVU - Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy

UVU - jednosměrná; BVU - obousměrná jednotka

2) aby bylo splněno, je nezbytně nutné provozovat ventilátory s regulátory výkonu!

3) RAC - rekuperace tepla pomocí glykolového okruhu

PHE - deskový rekuperátor

RHE - rotační regenerátor

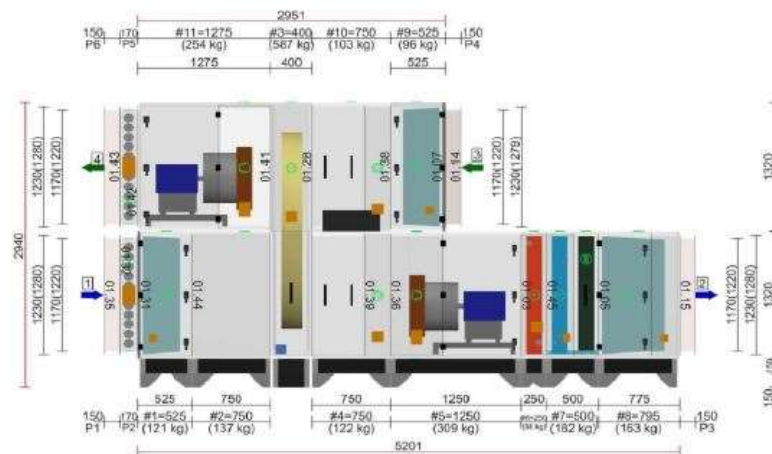
4) Zanesené filtry větracích jednotek mají negativní vliv na výkon a energetickou účinnost jednotky. Jejich pravidelná výměna je proto velmi důležitá.

Obrázek B.15 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 2 [18]

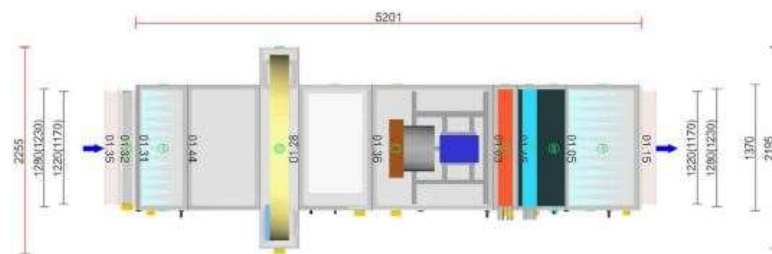
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

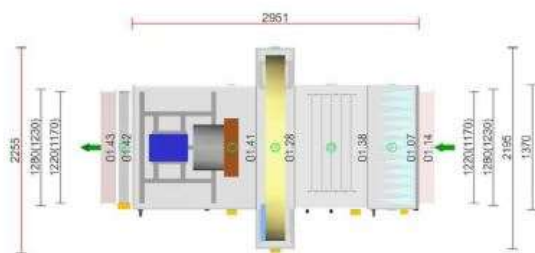
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přírodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek B.16 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 3 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.35 Tlumič vložka Přívod DV 1220-1170

Kód	VDV011211
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h

01.32 Klapka Přívod LK 1220-1170

Kód	VLK011211
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h
Plocha klapky	1,43 m ²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

- Servopohon SM 24A SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1

01.31 Filtr Přívod XPNH 22/5 (K)

Kód	XPNH022-50K55
Servisní přístup	Zprava
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h
Tlaková ztráta	119 Pa
Třída filtrace dle EN 779	M5
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO ePM 10 >60%
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	39 / 200 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	117 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 22/P, Kód: XPK0022RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPK0022RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX 11Z50902964
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x360 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 4 ks

01.44 Sekce prázdná Přívod XPJP 22/D

Kód	XPJP022RS0-D
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h

Obrázek B.17 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 4 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



01.28 Rotační rekuperátor		Přívod/Odvod	XPXR 22/7	
Kód	XPXR022RS0P72T10FRA		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	5700 / 5700 m ³ /h		Teplota / Vlhkost - Přívod	
Tlaková ztráta	38 / 44 Pa		Vstup	-15.0 °C / 95 %
Tlaková ztráta při standardní hustotě	42 / 42 Pa		Výstup	13.9 °C / 27 %
Rychlost v průřezu	1.0 / 1.0 m/s		Teplota / Vlhkost - Odvod	
Typ výměníku	Teplotní T		Vstup	20.0 °C / 30 %
Výška vlny / šířka rotoru	1.9 / 200 mm		Výstup	24.0 °C / 60 %
Průměr vnější	2020 mm		Teplotní účinnost	
Motor			83 %	
Napájecí napětí	3NPE 230 V, 50 Hz		Suchá teplotní účinnost	
Výkon	180 W		81 %	
Proud max.	6.10 A		Výkon	
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz		Celkový výkon	
			64.2 kW	
			Citelný výkon	
			55.5 kW	
			Vázaný výkon	
			8.6 kW	
			1.8 kW	

Příslušenství nenamontované

- Regulátor otáček XPFM 0.37 (IP21, FC051, 1x230V, 85 Hz), Kód: XPFMIM031A20, Počet: 1

01.39 Směšování		Přívod	XPIS 22/S	
Kód	XPIS022RS0PNLS		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h		Teplota / Vlhkost	
Tlaková ztráta	9 Pa		Vstup	13.9 °C / 27 %
			Výstup	25.4 °C / 54 %
				24.6 °C / 58 %
			Průtok cirkul. vzduchu (ICH)	
			6900 m ³ /h	
			6900 m ³ /h	

01.36 Ventilátor		Přívod	XPVP 500-5,5/J4 (IE2)	
Kód	XPVP022RS050OPAS4B55Z1			
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h			
Statický tlak	653 Pa			
Celkový tlak	779 Pa			
Externí tlaková ztráta	238 Pa			
Proud v pracovním bodě	7.17 A			
Výkon na hřídeli	3645 W			
Otáčky ventilátoru (n)/(n _{max})	2051/2210 1/min			
Požadované otáčky v prac. bodě	93 %			
Účinnost - η_{η}	75 %			
Účinnost - $\eta_{\eta, \eta_{\eta}}$	66 %			
Účinnost - $\eta_{\eta, \eta_{\eta}}$	55 %			
Elektrický příkon	4.16 kW			
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	1015 W.m ⁻¹ .s			
Rychlost v průřezu	2.26 m/s			
Pracovní frekvence	70 Hz			
Pracovní frekvence max.	76 Hz			
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem			
Typ	ER50C 4DN.G7.1R			
Artiklové číslo	130579/ZZ01			
Zapojení ventilátoru	Samostatně			
Přívod	Přímý			
K-faktor	252			
Diference tlaku na dýze	2500 Pa			
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	13803 m ³ /h			
Motor				
Třída účinnosti motoru	IE2			
Výkon motoru nom.	5500 W			
Jmenovitý proud	11.17 A			

Obrázek B.18 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 5 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Počet pólů	4
Jištění	Termistory

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 5.5 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM553B20, Počet: 1

01.03 Vodní ohřivač	Přívod	XPNC 22/FR		
Kód	XPNC022-SOF		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12600 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	15 Pa	Vstup	17.2 °C / 30 %	24.6 °C / 58 %
Rychlost v průřezu	2.9 m/s	Výstup	23.0 °C / 21 %	24.6 °C / 58 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet řad	2	Teplotní spád		80 / 44 °C
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	10.0 mm	Výkon		23.7 kW
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamel	Al	Průtok		0.58 m³/h
Připojení		Tlaková ztráta		0.1 kPa
Průměr připojení	2 "			
Vnitřní objem	13.66 l			
Typ	A.32.CU.20.AL.31.02.1120.A0.W.X.X.015.062.R 2" L			

Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplňková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (2), Kód: VSU0410B, Počet: 1

01.45 Přímý výparník / kondenzátor	Přívod	XPNF 22/3RT		
Kód	XPNF022-S03PT		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12600 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	72 Pa	Vstup	23.0 °C / 21 %	24.6 °C / 58 %
Suchá tlaková ztráta	53 Pa	Výstup	23.0 °C / 21 %	17.0 °C / 80 %
Rychlost v průřezu	2.9 m/s			
Teplonosné médium	Freon R410A (Mix)	Teplota vypařování		5 °C
Počet řad	3			
Počet okruhů	2 (dělení v poměru 1:1)	Výkon		45.8 kW
Rozteč lamel	2.5 mm	Množství kondenzátu		21.9 kg/h
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média		1104 kg/h
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta		9.5 kPa
Připojení				
Průměr připojení	28 / 22 mm			
Vnitřní objem	14.74 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.31.03.1120.25.E.X.X.022.093.R 22/28 L			

Obrázek B.19 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 6 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301, Kód: XPOOS31, Počet: 1

01.45 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 22
Kód	XPNU022-S0	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	
Tlaková ztráta	9 Pa	
01.05 Filtr	Přívod	XPNH 22/7
Kód	XPNH022-S007S	
Servisní přístup	Zprava	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	
Tlaková ztráta	151 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	F7	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO ePM 2,5 >65%	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	102 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	202 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPKO022RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX 11Z50902880
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x550 mm
- Třída filtrace F7
- Počet kapes v jedné vložce 7 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 4 ks

01.15 Tlumič vložka	Přívod	DV 1220-1170
Kód	VDV011211	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	
01.14 Tlumič vložka	Odvod	DV 1220-1170
Kód	VDV011211	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	
01.07 Filtr	Odvod	XPNH 22/4
Kód	XPNH022-S004S	
Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	
Tlaková ztráta	94 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	G4	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 60 %	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	38 / 150 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	250 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	88 Pa	

Obrázek B.20 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 7 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
01 / Tělocvična VZT
Standardní prostředí



- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX 11Z50041857
- Rozměr vložky (délka x výška x hloubka) 592x592x305 mm
- Třída filtrace G4
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 4 ks

01.38 Směšování	Odvod	XPIS 22/R		
Kód	XPIS022RS0LLIR		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	9 Pa	Vstup	20.0 °C / 30 %	24.0 °C / 60 %

Vnitřní klapka	Odvod	XPHD 22/750-S B
Kód	PXPH022RS0750SB0	
Nominální průtok vzduchu	12600 m ³ /h	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 24A SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1

01.41 Ventilátor	Odvod	XPVP 500-4.0/J4 (IE2)
Kód	XPVP022RS050OPAS4B40Z1	
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h	
Statický tlak	413 Pa	
Celkový tlak	539 Pa	
Externí tlaková ztráta	266 Pa	
Proud v pracovním bodě	5.53 A	
Výkon na hřídeli	2820 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(n _{max})	1937/2030 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	95 %	
Účinnost - η_{st}	67 %	
Účinnost - $\eta_{\text{v,pr}}$	59 %	
Účinnost - $\eta_{\text{v,sys}}$	46 %	
Elektrický příkon	3.18 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	848 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	1.02 m/s	
Pracovní frekvence	66 Hz	
Pracovní frekvence max.	70 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER50C 4DN.F7.1R	
Artiklové číslo	130578/2201	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	252	
Diference tlaku na dyze	2500 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	13803 m ³ /h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	4000 W	
Jmenovitý proud	8.30 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	4	
Jištění	Termistory	

Obrázek B.21 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 8 [18]

ID nabídky
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

[1] Bakalářská práce
 01 / Tělocvična VZT
 Standardní prostředí



- Panel čelní - výtlak XPK 22/P, Kód: XPKO022RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP), Kód: MPKO022RS-P, Počet: 1
- Regulace na konstantní průtok CPG P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 4.0 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM403B20, Počet: 1

01.42 Klapka	Odvod	LK 1220-1170
Kód	VLK011211	
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h	
Plocha klapek	1.43 m ²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Kroučící moment serva	10 Nm	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon SM 24A SR, Kód: XPSESS24S, Počet: 1

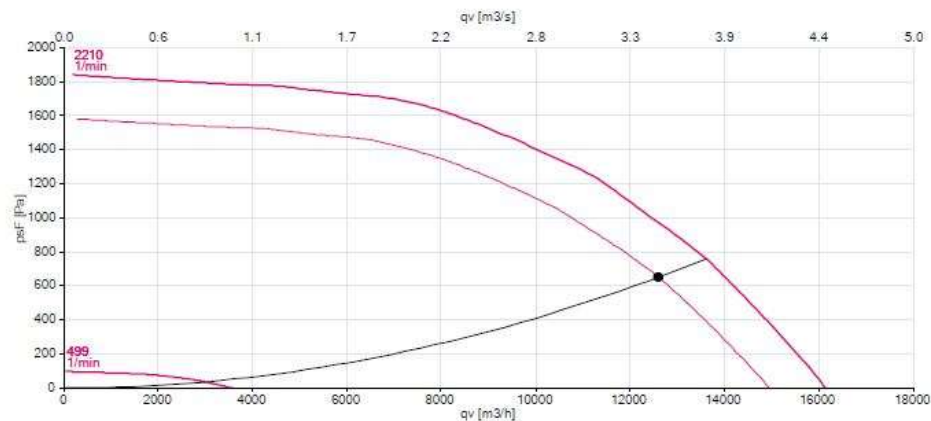
01.43 Tlumič vložka	Odvod	DV 1220-1170
Kód	VDV011211	
Nominální průtok vzduchu	5700 m ³ /h	

Obrázek B.22 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 9 [18]

Charakteristika ventilátorů

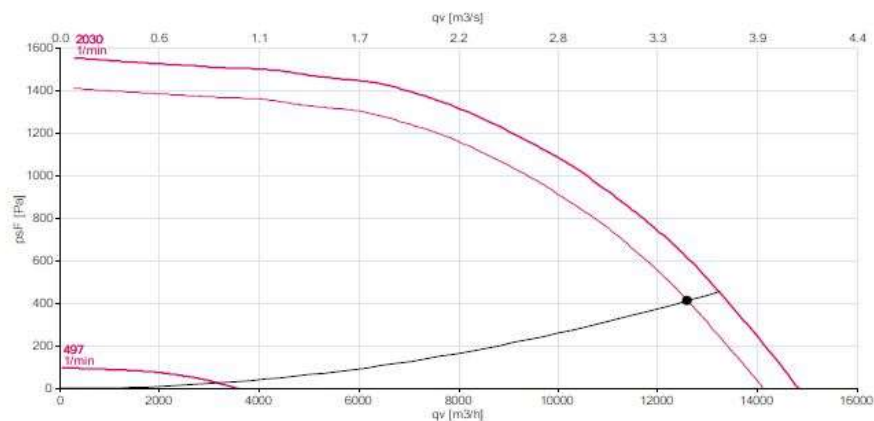
Přívodní větev

Typ	V_v [m³/h]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 500 5,5/4 (IE2)	12600	653	779	2051	3NPE 400 V, 50 Hz	5.50	55



Odvodní větev

Typ	V_v [m³/h]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 500 4,0/4 (IE2)	12600	413	539	1937	3NPE 400 V, 50 Hz	4.00	46



Obrázek B.23 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 10 [18]

B.6.2 Zařízení č. 2

Zařízení č. 2 zajišťuje teplovzdušné větrání šaten a hygienického zázemí pro sportovce (zóna 2). Do zóny je přiváděno i odváděno 2 950 m³/h vzduchu. Odvod i přívod vzduchu zabezpečí navržená jednotka vzduchotechniky. Zařízení pracuje s tlakovou ztrátou na přívodu 238 Pa a na odvodu 275 Pa. Tyto ztráty jsou dány výpočtem z délky, tvaru potrubí a z tlakových ztrát jednotlivých potrubních prvků. Výpočet tlakových ztrát je proveden v kapitole *B.5 Dimenzování potrubí*. Jednotka obsahuje filtry, deskový výměník, vodní ohříváč a eliminátor kapek. V zimním období se přírodní vzduch ohřívá v deskovém výměníku a dále se vzduch dohřívá ve vodním ohříváči na 25 °C. V letním období dochází k nucenému větrání. Pro zónu 2 je vybrána sestavná jednotka AeroMaster XP 06 ve vnitřním provedení.

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	868 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	2395 m ³ /h	2395 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	238 Pa	275 Pa
Rychlost v průřezu	1.47 m/s	1.47 m/s
Výkon motoru nominální	1.10 kW	1.10 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _e	811 W.m ⁻¹ .s	881 W.m ⁻¹ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita D2(M)	
	Netěsnost skříně L1(R)	
	Termická izolace T4(M)	
	Faktor tepelných mostů TB3(M)	
	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)	
SFP _{WHU}	1691 W.m ⁻¹ .s	

Model box AMXP3



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15,0 → 18,1 °C		85 %, 26,6 kW
Ohřev	18,1 → 25,0 °C		5,3 kW
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení			

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ILwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	29	37	51	53	52	45	39	31	57
Přívod - výtlak	37	47	64	68	75	70	65	57	78
Přívod - okolí	30	31	44	41	47	41	37	25	50
Odvod - sání	33	42	59	63	64	60	56	49	68
Odvod - výtlak	35	42	56	59	65	57	50	41	67
Odvod - okolí	31	31	45	42	47	42	38	26	51

Axonometrický pohled na zařízení



Obrázek B.24 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 1 [18]

EKODESIGN - POSOUZENÍ SHODY S ERP (2018)

INFORMACE O VĚTRACÍ JEDNOTCE DLE NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) Č. 1253/2014, ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek.

Zařízení je ve shodě s požadavky ErP 2018: Ano

* **	Požadovaná Informace	Požadavek ErP 2018	Hodnota	Vyhovuje ErP 2018
	Název zařízení: 03 - VZT šatny, sprchy			
x x	a) Název výrobce	info	REMAK	
x x	b) Identifikační značka modelu	info	AeroMaster XP 06	
x x	c) Deklarovaná typologie	info	NRVU / BVU ¹⁾	
x x	d) Typ pohonu	info a shoda typu	Proměnné otáčky ²⁾	Ano
x x	e) Typ systému zpětného získávání tepla	info a shoda typu	Jiný - PHE ³⁾	Ano
x	f) Tepelná účinnost systému ZZT	$\eta_{U,PPA,min} = 73 \%$	$\eta_{U,PPA} = 79.0 \%$	Ano
x x	g) Jmenovitý průtok větrací jednotky	info	$Q_{nom} = 0.665 \text{ m}^3/\text{s}$	
x	h) Efektivní elektrický příkon	info	$P = 1.27 \text{ kW}$	
x	i) Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí	$SFP_{int,limb} = 841 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$	$SFP_{int} = 518 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$	Ano
x	Přívodní ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int,SUP,1} = 249 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$	
x	Odtahový ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int,DRA,1} = 269 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$	
x x	j) Účinná nátoková rychlost při konstrukčním průtoku	info	$v = 1.47 \text{ m/s}$	
x	k) Jmenovitý vnější tlak			
x x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{t,ext,SUP} = 238 \text{ Pa}$	
x x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{t,ext,DRA} = 275 \text{ Pa}$	
	l) Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{t,int,SUP} = 125 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{t,int,DRA} = 139 \text{ Pa}$	
	m) Vnitřní tlaková ztráta jiných než větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{t,add,SUP} = 130 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{t,add,DRA} = 115 \text{ Pa}$	
	n) Statická účinnost ventilátorů			
x	Přívodní větev	$\eta_{fan,min} = 0 \%$	$\eta_{fan,SUP} = 56 \%$	Ano
x	Odvodní větev	$\eta_{fan,min} = 0 \%$	$\eta_{fan,DRA} = 57 \%$	Ano
	o) Deklarovaná maximální netěsnost skříně			
x x	Vnější netěsnost (podtlak/přetlak)	info	0.98 / 0.75 %	
x x	Vnitřní netěsnost obousměrných jednotek	info	0.1 %	
x x	p) Energetická náročnost filtrů	info	-	
x x	q) Popis vizuálního upozornění na výměnu filtru	info	Snímač tlakové difference ⁴⁾	
	r) Hladina akustického výkonu skříně			
x	Přívodní větev	info	$L_{WA,SUP} = 50 \text{ dB(A)}$	
x	Odvodní větev	info	$L_{WA,DRA} = 51 \text{ dB(A)}$	

* Skutečná jednotka
** Referenční jednotka

1) NRVU - Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy

UVU - jednosměrná; BVU - obousměrná jednotka

2) aby bylo splněno, je nezbytně nutné provozovat ventilátory s regulátory výkonu!

3) RAC - rekuperace tepla pomocí glykolového okruhu

PHE - deskový rekuperátor

RHE - rotační regenerátor

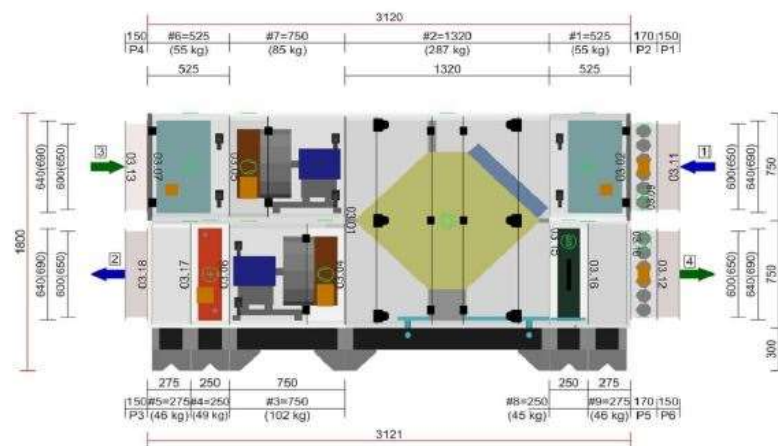
4) Zanesené filtry větracích jednotek mají negativní vliv na výkon a energetickou účinnost jednotky. Jejich pravidelná výměna je proto velmi důležitá.

Obrázek B.25 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 2 [18]

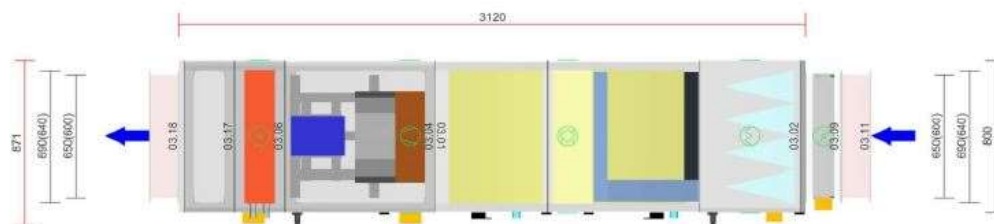
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

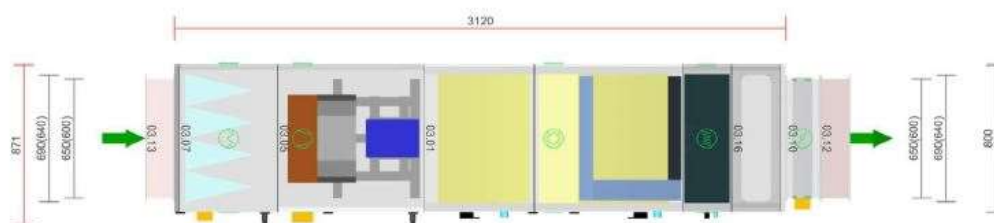
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek B.26 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 3 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

03.11 Tlumič vložka	Přívod	DV 650-600
---------------------	--------	------------

Kód	VDV016560
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h

03.09 Klapka	Přívod	LK 650-600
--------------	--------	------------

Kód	VLK016560
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h
Plocha klapky	0.39 m ²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSES23, Počet: 1

03.02 Filtr	Přívod	XPNH 06/5 (K)
-------------	--------	---------------

Kód	XPNH006-50K55
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h
Tlaková ztráta	126 Pa
Třída filtrace dle EN 779	M5
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO ePM 10 >60%
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	52 / 200 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	157 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX 11Z50903058
- Rozměr vložky (délka x výška x hloubka) 340x645x360 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 5 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 2 ks

03.01 Deskový rekuperátor	Přívod/Odvod	XPMZ 06/BP (REC+95)
---------------------------	--------------	---------------------

Kód	XPMZ006R50-L12P230CV-111320	Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	2395 / 2395 m ³ /h	Teplota / Vlhkost - Přívod	
Tlaková ztráta	120 / 163 Pa	Vstup	-15.0 °C / 95 %
Tlaková ztráta při standardní hustotě	135 / 147 Pa	Výstup	30.8 °C / 40 %
Rychlost v průřezu	1.8 / 1.7 m/s	Teplota / Vlhkost - Odvod	
Typ	-	Vstup	24.0 °C / 35 %
Množství kondenzátu	9.2 kg/h	Výstup	27.0 °C / 77 %
		Účinnost	85 %
		Suchá teplotní účinnost	79 %
		Výkon	26.6 kW

Obrázek B.27 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 4 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO/B, Kód: XPOO0B-, Počet: 2

03.04 Ventilátor	Přívod	XPVP 315-1.1/J2 (IE2)
Kód	XPVP006RS031OPAS2B11A1	
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h	
Statický tlak	493 Pa	
Celkový tlak	522 Pa	
Externí tlaková ztráta	238 Pa	
Proud v pracovním bodě	1.68 A	
Výkon na hřídeli	462 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(n _{max})	2160/2910 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	74 %	
Účinnost - η_{fs}	75 %	
Účinnost - $\eta_{fs,90}$	56 %	
Účinnost - $\eta_{fs,95}$	53 %	
Elektrický příkon	0.62 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	811 W.m ³ .s	
Rychlost v průřezu	0.73 m/s	
Pracovní frekvence	37 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER31C-2DN.87.CR	
Artiklové číslo	130599/2201	
Zapojení ventilátoru	Samostatné	
Převod	Přímý	
K faktor	95	
Diference tlaku na dýze	636 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	3004 m ³ /h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	1100 W	
Jmenovitý proud	2.40 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	2	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM153B20, Počet: 1

Obrázek B.28 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 5 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



03.06 Vodní ohřívač		Přívod	XPNC 06/FR	
Kód	XPNC006-S0F		Zima Lét	
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h		Teplota / Vlhkost	
Tlaková ztráta	8 Pa		Vstup	18.1 °C / 9 %
Rychlost v průřezu	2.1 m/s		Výstup	30.8 °C / 40 %
Teplonosné médium	Voda		25.0 °C / 6 %	
Počet řad	2		80 / 47 °C	
Počet okruhů	1		Teplotní spád	
Rozteč lamel	10.0 mm		Výkon	
Materiál			5.3 kW	
Materiál trubek	Cu		Teplonosné médium	
Materiál lamel	Al		Průtok	
Připojení			0.14 m ³ /h	
Průměr připojení	1 "		Tlaková ztráta	
Vnitřní objem	2.94 l		0.1 kPa	
Typ	A.32.CU.20.AL.16.02.0565.A0.W.X.X.004.032.R.1" L			

Příslušenství vestavěné

- Protimrazové židlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplnková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B, Počet: 1

03.17 Sekce prázdná		Přívod	XPJP 06/K
Kód	XPJP006RS0-K		
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h		

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPK0006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPK0006RS-P, Počet: 1

03.18 Tlumič vložka		Přívod	DV 650-600
Kód	VDV016560		
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h		

03.13 Tlumič vložka		Odvod	DV 650-600
Kód	VDV016560		
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h		

03.07 Filtr		Odvod	XPNH 06/4
Kód	XPNH006-S004S		
Servisní přístup	Zprava		
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech		
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h		
Tlaková ztráta	86 Pa		
Třída filtrace dle EN 779	G4		
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 60 %		
Typ filtru	Kapsový		
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	22 / 150 Pa		
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	250 Pa		
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	65 Pa		

Obrázek B.29 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 6 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



Skladba filtru	
• Kód AX	11Z50041854
• Rozměr vložky (délka x výška x hloubka)	340x645x350 mm
• Třída filtrace	G4
• Počet kapes v jedné vložce	3 ks
• Počet vložek v jedné filtrační vestavbě	2 ks

03.05 Ventilátor	Odvod	XPVP 315-1,1/J2 (IE2)
Kód	XPVP006RS031OPAS2B11A1	
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h	
Statický tlak	528 Pa	
Celkový tlak	558 Pa	
Externí tlaková ztráta	275 Pa	
Proud v pracovním bodě	2,25 A	
Výkon na hřídeli	493 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(n _{max})	2209/2910 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	76 %	
Účinnost – η_{fs}	75 %	
Účinnost – $\eta_{fs,90}$	57 %	
Účinnost – $\eta_{fs,95}$	54 %	
Elektrický příkon	0,65 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	881 W.m ⁻¹ .s	
Rychlost v průřezu	1,46 m/s	
Pracovní frekvence	38 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	5 volným oběžným kolem	
Typ	ER31C-2DN.B7.CR	
Artiklové číslo	130599/2201	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	95	
Diference tlaku na dýze	636 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	3004 m ³ /h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	1100 W	
Jmenovitý proud	4,16 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	2	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM153B20, Počet: 1

03.15 Eliminátor kapek	Odvod	XPNU 06
Kód	XPNU006-S0	
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h	
Tlaková ztráta	4 Pa	

Obrázek B.30 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 7 [18]

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2] Bakalářská práce
03 / VZT šatny, sprchy
Standardní prostředí



03.16 Sekce prázdná	Odvod	XPJP 06/K
----------------------------	--------------	------------------

Kód	XPJP006RS0-K
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1

03.10 Klapka	Odvod	LK 650-600
---------------------	--------------	-------------------

Kód	VLK016560
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h
Plocha klapky	0.39 m ²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSES23, Počet: 1

03.12 Tlumič vložka	Odvod	DV 650-600
----------------------------	--------------	-------------------

Kód	VDV016560
Nominální průtok vzduchu	2395 m ³ /h

Obrázek B.31 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 8 [18]

Charakteristika ventilátorů

Přívodní větev

Typ	V_v [m ³ /h]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
-----	---------------------------	------------------------	------------------------	-------------	-------	--------	------------

XPVP 315-1,1/2 (IE2)

2395

493

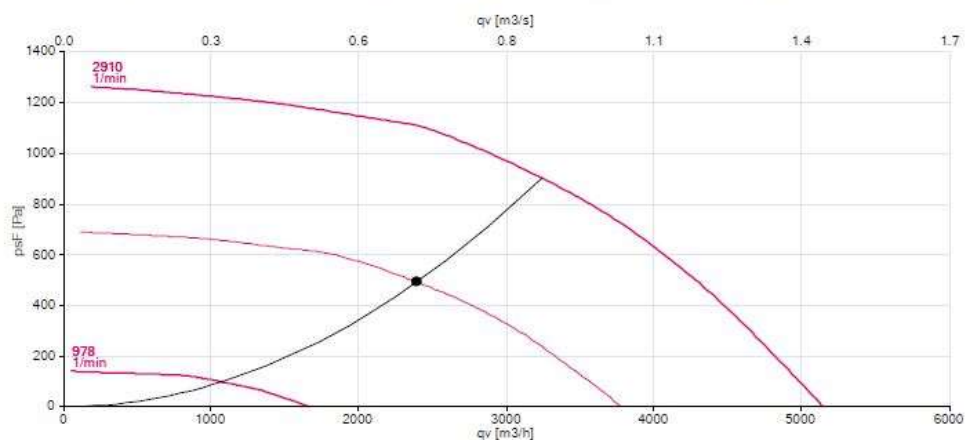
522

2160

3NPE 400 V, 50 Hz

1.10

53



Odvodní větev

Typ	V_v [m ³ /h]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	$\sum \Delta p_i$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
-----	---------------------------	------------------------	------------------------	-------------	-------	--------	------------

XPVP 315-1,1/2 (IE2)

2395

528

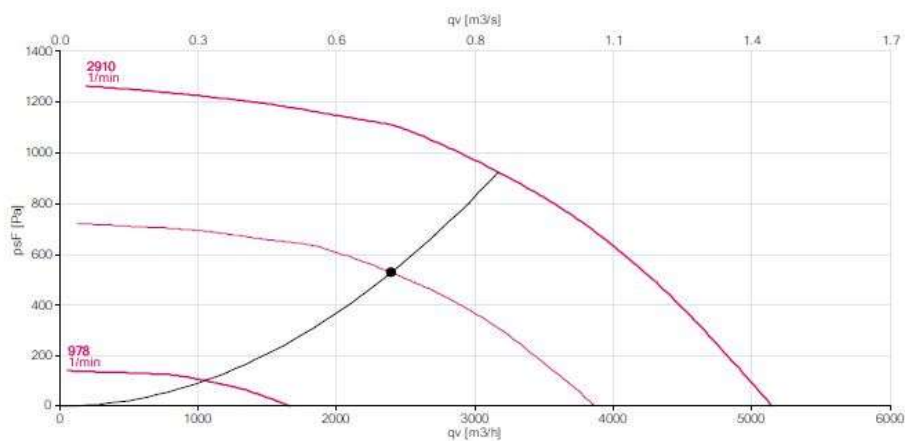
558

2209

3NPE 400 V, 50 Hz

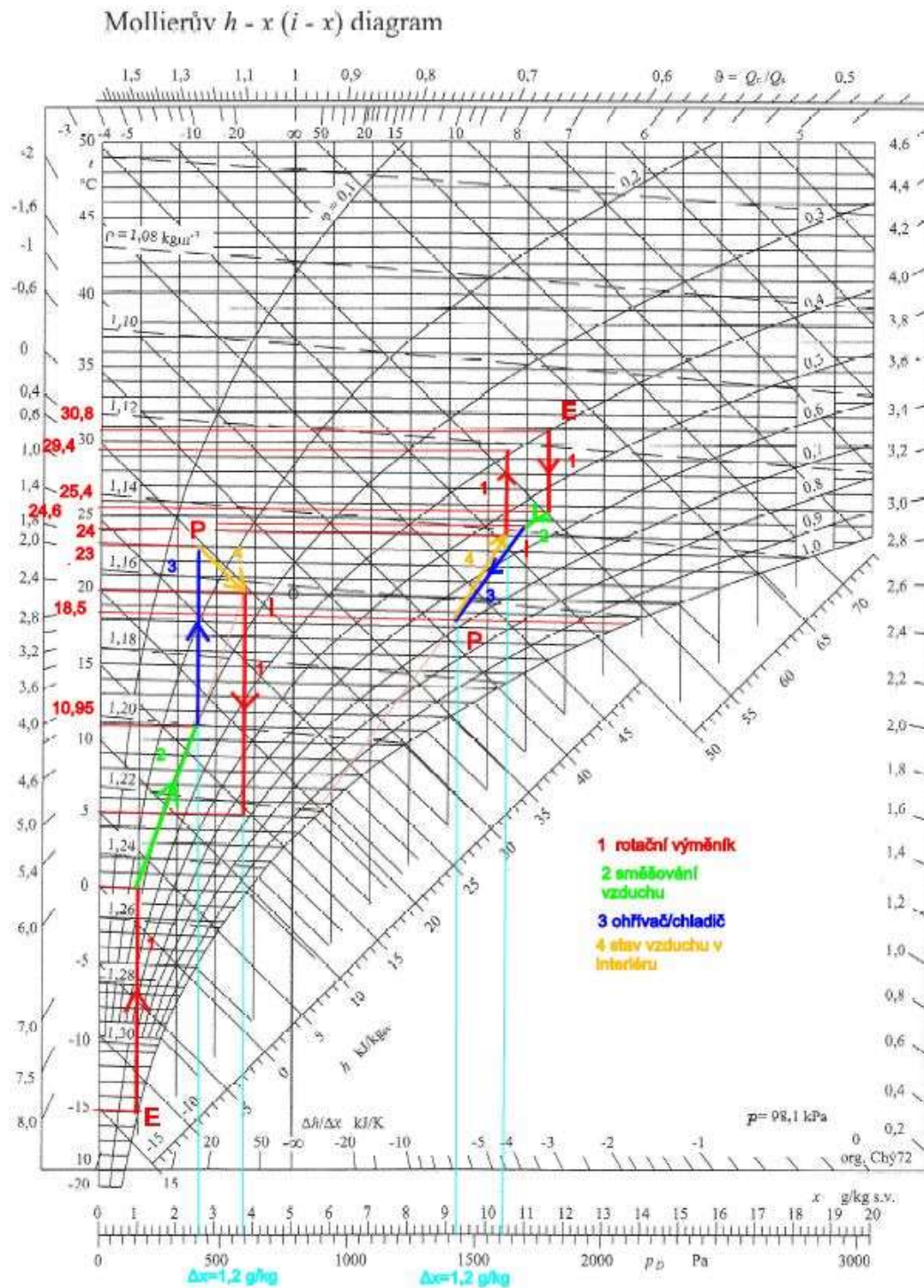
1.10

54



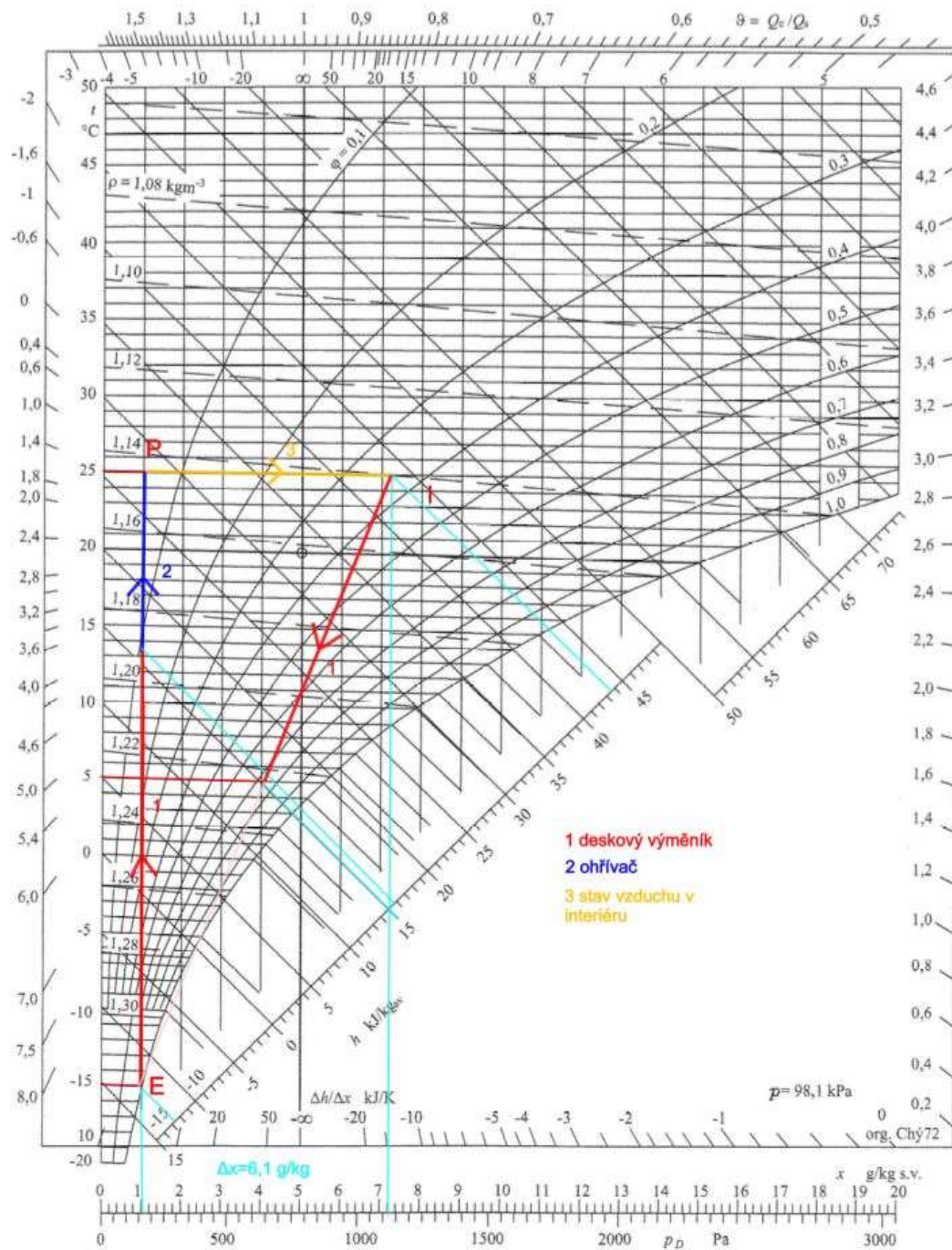
Obrázek B.32 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 9 [18]

B.6.3 Zařízení 1 a 2, h-x diagramy



Obrázek B.33 H-x diagram úprava vzduchu zařízení 1

Mollierův $h - x$ ($i - x$) diagram



Obrázek B.34 H-x diagram úprava vzduchu zařízení 2

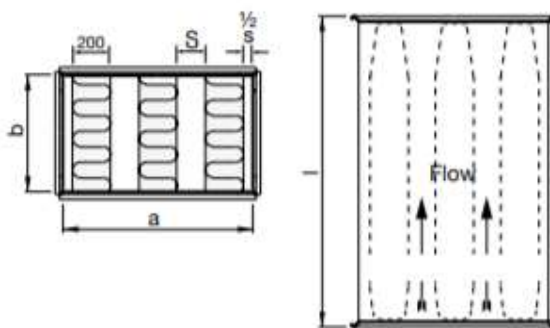
B.7 ÚTLUM HLUKU

Vzduchotechnické jednotky jsou často výrazným zdrojem hluku a je potřeba posoudit, aby hodnoty akustického tlaku nepřekračovaly povolené limity uváděné v nařízení vlády č. 241/2018 Sb. [20]. Limity hluku byly překročeny ve všech případech s výjimkou odvodního potrubí z interiéru zóny dva. V ostatních případech byl proveden návrh kulisového tlumiče hluku, aby i nejbližší výústka ke zdroji hluku (vzduchotechnická jednotka) vyhověla požadavkům limitních hodnot hladiny akustického tlaku.

Návrh tlumiče hluku

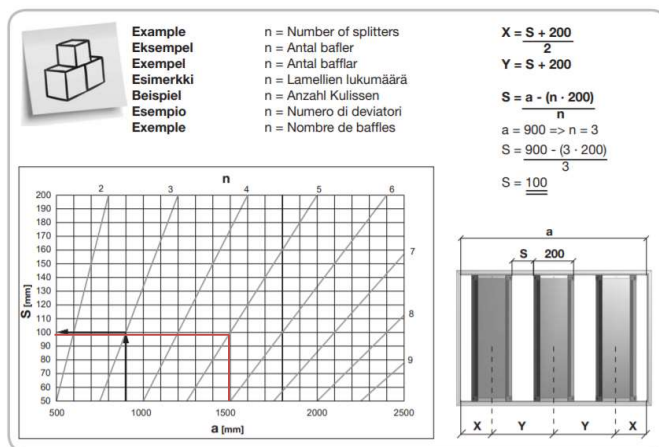
Správný návrh tlumiče hluku se musí provést tak, aby se sám tlumič hluku nestal dalším závažným zdrojem hluku. Tomu zamezíme tím, že navrhujeme rozměry tlumiče tak, aby čelní rychlost vyšla okolo hodnoty 2 m/s nebo méně.

Dimensions



Obrázek B.35 Tlumič a šířka kulisy [21]

Pro zařízení č. 1 s průtokem vzduchu 12 600 m³/h je vhodný návrh rozměru tlumiče 1 500 × 1 500 mm s čelní rychlostí 1,56 m/s. Pro další postup a návrh správné vzdálenosti kulis se použije návrhový diagram výrobce.



Obrázek B.36 Tlumič výběrový diagram [22]

Pro tlumič šířky 1 500 mm vychází vzdálenost kulis 100 mm. Pro zjištění útlumu hluku nahlédneme do podkladů výrobce.

Splitter distance S = 100

Length l_{nom} [mm]	Insertion loss [dB] for centre frequency [Hz]								Pressure value ξ
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
750	3	6	13	50	26	22	15	11	2,8
1000	3	8	18	27	37	29	19	14	3,2
1250	4	10	22	33	47	37	23	16	3,6
1500	5	12	26	40	50	44	27	18	4,0
2000	6	16	34	50	50	50	33	22	4,8
2500	7	19	42	50	50	50	40	26	5,5

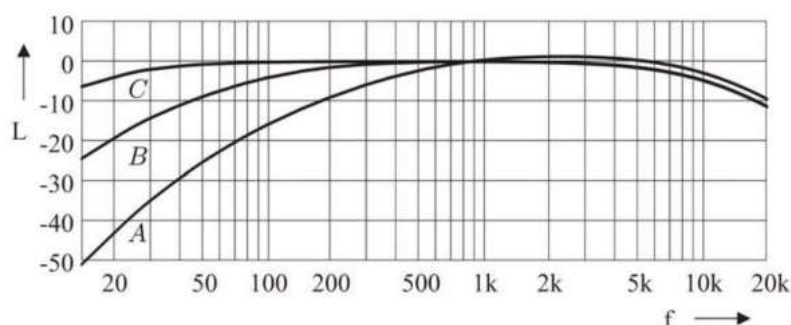
Obrázek B.37 Hodnoty útlumu hluku tlumiče s = 100 mm [21]

Z tabulky vybereme délku tlumiče dle potřeby útlumu hluku. Pro zjištění vlastního zdroje hluku ve všech pásmech a následné ověření použijeme výběrový software lindQST [23]. V tabulce pro tlumič 1 500 × 1 500 mm a vzdálenost kulis 100 mm jsou v řádku L_w hodnoty vlastního hluku tlumiče před korekcí váhovým filtrem. Součet Sum je již se započítaným váhovým filtrem (A).

Tabulka B.21 Hodnoty útlumu hluku tlumiče 1 500 x 1 500; s = 100 mm; řádek L_w [23]

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Sum	Sum
L_{wi}	53	63	78	78	79	71	66	68	82	82
ΔL	4	10	22	33	47	37	23	16		
L_w	31	19	13	11	9	4	2	0	14	9
L_{wo}	49	53	56	45	32	34	43	52	54	58
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	NR

Pro zavedení výpočtu do tabulek pro útlum hluku byla provedena korekce váhovým filtrem v jednotlivých pásmech dle křivky (A).



Obrázek B.38 Grafické zobrazení váhových filtrů [24]

B.7.1 Útlum hluku zařízení č. 1, odvodní a přívodní potrubí

Tabulka B.22 Výpočet akustické hladiny hluku pro odvodní potrubí zař. 1

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								Součtová hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{vv}	Hluk ventilátoru									
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	46	60	74	73	70	67	64	68	78
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									
L _{vv}	Součet	46	60	74	73	70	67	64	68	78
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 7,3 m	2,2	2,2	1,1	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	
	Oblouky (3 ks)	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
	Odbočka hlavní větve D1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Rovné potrubí 2,0 m	1,2	1,2	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Odbočka k výústce D2	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	
	Útlum koncovým odrazem	14,8	9,5	5,0	2,0	0,6	0,2	0,1	0,0	
	Útlum tlumič hluku 1,0 m	3	8	18	27	37	29	19	14	
	Hladina akustického výkonu za tlumičem	13	28	35	26	11	17	24	33	36
	Vlastní hluk tlumiče	7	3	13	19	14	9	5	5	21
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	14	28	35	26	16	17	24	33	38
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									34
K	Korekce na počet výústek					Počet výústek (ks)			14	11
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek odvodu									51

Tabulka B.23 Výpočet akustické hladiny hluku pro přírodní potrubí zař. 1 a součet obou potrubí

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku, výkonu a útlumu v oktávových pásmech								Součtová hladina
	Frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	53	63	78	78	79	71	66	68	84
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									
L _{VV}	Součet	53	63	78	78	79	71	66	68	84
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 10,1 m	3,0	3,0	1,5	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6	
	Oblouky (3 ks)	0	0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
	Odbočka z hlavní větve D1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Rovné potrubí 3,6 m	2,2	2,2	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Odbočka k výústce D2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
	Útlum koncovým odrazem	14,2	9,0	4,6	1,8	0,6	0,2	0,0	0,0	
	Útlum tlumič hluku 1,25 m	4	10	22	33	47	37	23	16	
	Hladina akustického výkonu za tlumičem	20	30	37	26	12	15	24	33	38
	Vlastní hluk tlumiče	5	3	4	8	9	5	3	0	14
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	21	30	37	27	14	15	24	33	39
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky									44
K	Korekce na počet výústek					Počet výústek (ks)			14	11
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek přívodu									57
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech výústek									58
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									5,95
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů místnosti (m ²)				2131	Pohltivost (-)		0,1	213
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									41,4
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									60

B.7.2 Útlum hluku zařízení č. 2, přívodní potrubí

Tabulka B.24 Výpočet akustické hladiny hluku pro přívodní potrubí zař. 2

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku, výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech								Součtová hladina
	Frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{vv}	Hluk ventilátoru									
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	38	47	64	69	76	71	65	57	78
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									
L _{vv}	Součet	38	47	64	69	76	71	65	57	78
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 16,5 m	9,9	9,9	7,4	5,0	3,3	3,3	3,3	3,3	
	Oblouky (4 ks)	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
	Odbočka z hlavní větve D1	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	
	Rovné potrubí 1,5 m	0,9	0,9	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Odbočka z vedlejší větve D2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Odbočka k výústce D3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Útlum koncovým odrazem	18,0	13,0	8,8	7,0	6,0	5,0	0,2	0,0	
	Útlum tlumič hluku 0,5 m	2	4	9	13	14	12	9	7	
	Útlum ohebné potrubí 0,3 m	3,2	5,3	6,9	5,7	4,5	3,3	4,2	2,6	
	Hladina akustického výkonu za tlumičem	0	3	16	19	25	24	25	21	30
	Vlastní hluk tlumiče	2	0	1	5	6	3	1	0	11
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	4	5	16	19	25	24	25	21	31
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									20
K	Korekce na počet výústek					Počet výústek (ks)			2	3
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek přívodu									34
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech výústek									34
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									1,35
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů místnosti (m ²)				87,5	Pohltivost (-)		0,1	9
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									31,5
L _{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

B.7.3 Útlum hluku zařízení č. 2, odvodní potrubí

Tabulka B.25 Výpočet akustické hladiny hluku pro odvodní potrubí zař. 2

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku, výkonu a útlumu v oktávových pásmech								Součtová hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	33	43	60	63	64	60	56	49	68
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2									
L _{VV}	Součet	33	43	60	63	64	60	56	49	68
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 17,9 m	10,7	10,7	8,1	5,4	2,7	2,7	2,7	2,7	
	Oblouky (4 ks)	0,0	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
	Odbočka hlavní větve D1	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	
	Oblouky (1 ks)	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	
	Rovné potrubí 1,2 m	0,7	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Odbočka z vedlejší větve D2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Odbočka k výústce D3	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	Útlum koncovým odrazem	0,0	23,0	18,0	15,0	13,0	11,0	6,0	0,0	
	Útlum tlumič hluku 1 m	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Útlum ohebné potrubí 0,5 m	5,75	9,5	12,5	10,3	8	6	7,5	4,5	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	1	0	3	9	12	11	10	12	17
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky									20
K	Korekce na počet výústek					Počet výústek (ks)			1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek odvodu									22
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech výústek									22
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									1,35
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů místnosti (m ²)				25,8	Pohltivost (-)		0,1	3
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									23,9
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

B.7.4 Útlum hluku společné sání

Tabulka B.26 Výpočet akustické hladiny hluku pro společné sání

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku, výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech								Součtová hladina
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Frekvence (Hz)									
L _{vv}	Hluk ventilátoru									
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	45	58	73	71	68	65	62	65	77
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 2	30	37	51	54	53	46	40	32	58
L _{vv}	Součet	45	58	73	71	68	65	62	65	77
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 2,9 m	0,9	0,9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Oblouky (6 ks)	0	0	6,0	12,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
	Útlum tlumič hluku 0,75 m	3	6	13	20	26	22	15	11	
	Hladina akustického výkonu za tlumičem	41	51	54	39	24	25	29	36	56
	Vlastní hluk tlumiče	12	8	17	24	21	16	12	12	27
L _{v2}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	41	51	54	39	26	25	29	36	56
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									44
K	Korekce na počet vyústek					Počet vyústek (ks)			1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek přívodu									56
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech vyústek									56
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od vyústky k posluchači									3
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů místnosti (m ²)				0	Pohltivost (-)		0	0
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									38,6
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

B.7.5 Útlum hluku společný výfuk

Tabulka B.27 Výpočet akustické hladiny hluku pro společný výfuk

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku, výkonu a útlumu v oktávových pásmech								součtová hladina
	Frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	56	68	82	84	86	81	80	84	91
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 2	35	43	57	59	66	57	50	41	68
L _{VV}	Součet	56	68	82	84	86	81	80	84	91
D _p	Přirozený útlum									
	Rovné potrubí 8,4 m	2,5	2,5	1,3	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Oblouky (6 ks)	0	0	5,0	10,0	15,0	15,0	15,0	15,0	
	Útlum tlumič hluku 1,5 m	5	12	26	40	50	44	27	18	
	Hladina akustického tlaku za tlumičem	49	53	50	33	21	22	38	50	57
	Vlastní hluk tlumiče	10	8	9	13	14	11	9	1	20
L _{V3}	Hladina akustického výkonu ve výústce	49	53	50	33	21	22	38	50	57
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky									42
K	Korekce na počet výústek					Počet výústek (ks)			1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek přívodu									57
L _{ws}	Hladina akustického výkonu všech výústek									57
Q	Směrový činitel									2
r	Vzdálenost od výústky k posluchači									3
A	Pohltivá plocha místnosti	Plocha povrchů místnosti (m ²)				0	Pohltivost (-)		0	0
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									39,7
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

B.7.6 Útlum hluku shrnutí

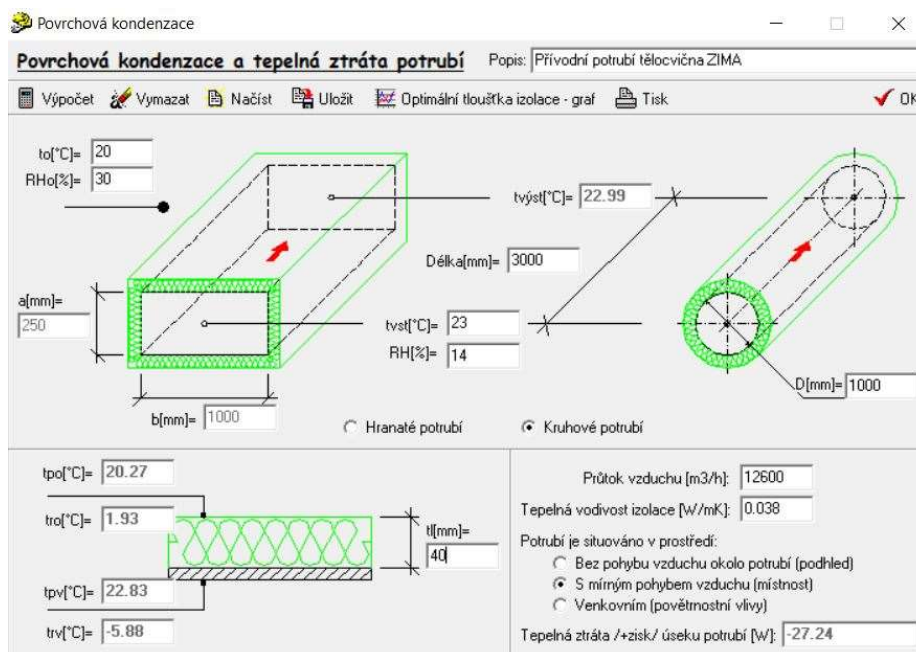
Tabulka B.28 Návrh tlumičů hluku podle zóny a pozice

zóna	pozice	typ tlumiče
1	přívod	SLRS-200-100-1500-1500-1250
	odvod	SLRS-200-100-1500-1500-1000
2	přívod	SLRS-200-100-630-630-500
	odvod	vyhoví bez tlumiče hluku
1 a 2	sání	SLRS-200-100-1500-1500-750
	výfuk	SLRS-200-100-1500-1500-1500

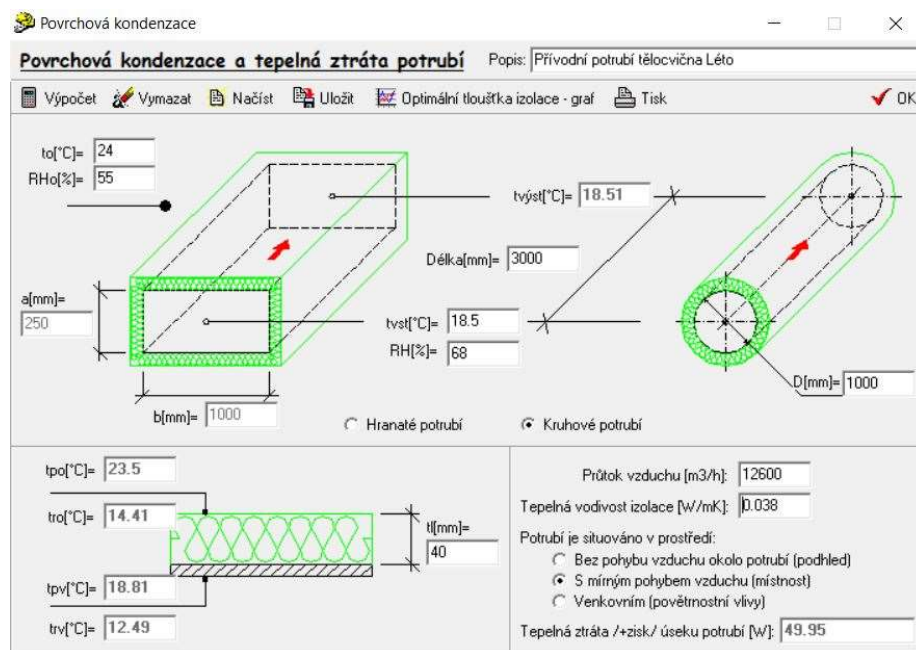
B.8 IZOLACE POTRUBÍ

Izolace potrubí je provedena, aby se zabránilo povrchové kondenzaci vody na potrubí. Pro návrh tepelné izolace byl využit návrhový software Teruna [14].

B.8.1 Izolace přívodního potrubí zóna 1 (40 mm)



Obrázek B.39 Návrh izolace přívodní potrubí zóna 1 zima [14]



Obrázek B.40 Návrh izolace přívodní potrubí zóna 1 léto [14]

B.8.2 Izolace společného výfuku a sání (60 mm)

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: zařízení 1 a 2 výtlak

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $\text{RH}_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 900$
 $b[\text{mm}] = 900$

$t_{\text{výst}}[^\circ\text{C}] = 5.02$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 3000$
 $t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 5$
 $\text{RH}[\%] = 68$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 19.05$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 6.01$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 5.6$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = -0.4$

$l[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 15550
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 111.82

Obrázek B.41 Návrh izolace výfuk zima [14]

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: přívod sání 1 a 2

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $\text{RH}_o[\%] = 50$

$a[\text{mm}] = 900$
 $b[\text{mm}] = 900$

$t_{\text{výst}}[^\circ\text{C}] = -14.95$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 3000$
 $t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = -15$
 $\text{RH}[\%] = 97$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 17.79$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 9.27$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = -13.6$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = -15.33$

$l[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 15550
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 260.91

riziko kondenzace

Obrázek B.42 Návrh izolace sání zima [14]

Izolace odvod zóna 1, přívod a odvod zóna 2

Nehrozí riziko kondenzace vody. Potrubí nebude izolováno.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍ HALY

VENTILATION AND AIR CONDITIONING OF THE SPORTS HALL

C) PROJEKT

PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zdeněk Lechnýř

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021

C. PROJEKT

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1.1 Úvod

Předmětem projektu pro stavební povolení a realizaci stavby je návrh pro řešení vzduchotechnického zařízení objektu sportovní haly v Ústí nad Orlicí. Projekt se zabývá řešením teplovzdušného vytápění i chlazení tělocvičny a teplovzdušným větráním zázemí pro sportovce. Návrh je zpracován tak, aby byly zajištěny předepsané hygienické hodnoty výměny vzduchu a návrh mikroklimatu daných místností vyhovoval požadavkům legislativy.

C.1.2 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace stavební části. Dokumentace obsahovala půdorysy 1. NP, 2. NP a řezy. Součástí podkladů jsou příslušné zákony, prováděcí vyhlášky, české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

- Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 241/2018 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb.
- Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- ČSN 12 7010/Z1 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení (2014)
- ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov (2005)
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- Podklady od výrobců:
 - Remak, a. s.
 - Lindab s.r.o.

C.1.3 Výpočtové hodnoty venkovní prostředí

- Místo: Ústí nad Orlicí
- Nadmořská výška: 401 m n. m.
- Normální tlak vzduchu: 96,90 kPa
- Výpočtová teplota vzduchu: léto: + 30,8 °C, zima: -17,8 °C,
- Entalpie léto: 60,7 kJ/kg s.v.

C.1.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Tabulka C.1 Tabulka místností vnitřní podmínky prostředí

Č. ZÓNY	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	léto		zima	
			teplota v místnosti t [C°]	Relativní vlhkost φ [%]	teplota v místnosti t [C°]	Relativní vlhkost φ [%]
1	106	TĚLOCVIČNA	24	55	20	30
	121	NÁŘAĎOVNA	24	55	20	30
	204	TRIBUNA	24	55	20	30
2	108	ŠATNA MUŽI	26	50	24	30
	109	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	110	ŠATNA ŽENY	26	50	24	30
	111	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	112	ŠATNA	26	50	24	30
	113	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	114	ŠATNA	26	50	24	30
	115	ŠATNA	26	50	24	30
	116	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	117	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	207	ŠATNA ŽENY	26	50	24	30
	208	WC, SPRCHA	26	80	25	60
	209	ŠATNA MUŽI	26	50	24	30
	210	WC, SPRCHA	26	80	25	60

Rychlost proudění v pobytové zóně je maximálně 0,3 m/s. Hladina akustického hluku ve vnějším prostoru v denní době je nižší než 50 dB, v noci je nižší než 40 dB.

C.1.5 Základní koncepční řešení

Projektová dokumentace se zabývá řešením dvou zón v objektu. Pro každou zónu je zvlášť navržené rovnotlaké vzduchotechnické zařízení. Prostor tělocvičny, tribuny a nářadovny je rovnotlaký, v zimních měsících teplovzdušně vytápěný, v letních měsících chlazený vzduchotechnickým zařízením. Prostor zázemí pro sportovce je nuceně větrán. Prostory šaten jsou navrženy v přetlakovém větrání a hygienické zázemí je navrženo v podtlakovém větrání tak, aby se vzduch dostal k hygienickému zařízení a došlo k vyrovnání tlaků. Provoz VZT je řízen samostatným systémem MaR. Vzduchotechnické jednotky jsou navrženy ve vnitřním provedení ve strojovně vzduchotechniky.

- Zařízení č. 1 tělocvična
- Zařízení č. 2 zázemí pro sportovce

C.1.5.1 Hygienické větrání a klimatizace

Hygienické větrání je navrženo, aby splňovalo hygienické předpisy a normy. Uvažovaná dávka venkovního vzduchu na osobu je min. 30 m³/h, hodnoty se liší dle činnosti. Dávka vzduchu je na zařizovací předmět – WC 50 m³/h, pisoár 25 m³/h, umyvadlo 30 m³/h a sprcha 100–150 m³/h. Hygienické zázemí je v zóně dva navrženo jako podtlaková část zóny. Vyrovnání tlaků zabezpečí navržené šaten v přetlakovém větrání. Vzduch se do hygienického zázemí dostane mřížkami ve dveřních křídlech a nad dveřními otvory. Tělocvična, tribuna a nářadovna jsou navrženy, aby docházelo k přívodu i odvodu vzduchu v jednom prostoru. Tyto prostory jsou rovnotlaké a také jsou klimatizovány pomocí VZT zařízení. V zařízení číslo 1 je navržena dvoustupňová filtrace s filtry třídy M5 a F7 pro přiváděný vzduch a pro odváděný vzduch filtr třídy G4. V zařízení číslo 2 je navržena jednostupňová filtrace s filtrem M5 pro přiváděný vzduch a pro odváděný vzduch filtr třídy G4. Vytápění v zóně jedna je zajištěno teplovzdušným vytápěním, v ostatních zónách vytápění zajišťují otopná tělesa.

C.1.5.2 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů, chladičů a výměníků vzduchotechnických jednotek. Pro pohon zařízení 1 je nutné zajistit napájecí napětí 3NPE 400 V, 50 Hz pro dva ventilátory a 3NPE 230 V, 50 Hz pro motor rotačního rekuperátoru. Pro zařízení 2 se zajistí napájecí napětí 3NPE 400 V, 50 Hz pro 2 ventilátory.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v teplovodních ohřivačích slouží voda o teplotě 80/60 °C.

Chlazení venkovního vzduchu ve výměníku VZT jednotky číslo 1 bude zajištěno chladivem R410A s výparnou teplotou 5 °C.

C.1.6 Popis technického řešení

Oba navržené systémy VZT jsou navrženy jako rovnotlaké. Obě VZT jednotky jsou ve vnitřním provedení ve strojovně vzduchotechniky a jsou vybaveny výměníkem ZZT, vodním ohřívačem, filtry na odvodu a přívodu a stavitelným 300 mm vysokým rámem.

Doprava vzduchu ve strojovně vzduchotechniky a pro zónu 2 (zázemí sportovců) je vedena ve čtyřhranném potrubí. V zóně 1 (prostory tělocvičny) je vzduch rozváděn v kruhovém potrubí. Tepelná izolace z minerální vaty tloušťky 40 mm bude umístěna na přívodním potrubí zóny 1. Tepelná izolace tloušťky 60 mm bude umístěna na přívodním i odvodním potrubí ke vzduchotechnické jednotce z exteriéru.

V objektu je využito tří typů distribučních prvků. V prostorech s menší distribuční vzdáleností jsou použity talířové ventily pro přívodní i odvodní prvky. V prostorech s potřebou distribuce vzduchu na větší vzdálenosti jsou použity dýzy na přívodu a vyústky do kruhového potrubí na odvodu.

Ve strojovně vzduchotechniky bude zřízeno společné sání a výfuk pro obě zařízení.

C.1.6.1 Zařízení číslo 1 – teplovzdušné vytápění a klimatizace tělocvičny

Teplovzdušné vytápění a klimatizace je navržena centrálním vzduchovým systémem pro prostory tělocvičny, tribuny a nářadovny. Vzduchotechnické zařízení je vzhledem k okolnímu prostředí rovnotlaké. Objem přiváděného i odváděného vzduchu je 12 600 m³/h s ohledem na pokrytí tepelné zátěže v letním období. Pro obsluhované prostředí bylo vybráno sestavné vzduchotechnické zařízení AeroMaster XP 22 od firmy Remak, a.s.

V zařízení jsou na přívodu vzduchu osazeny filtry třídy F7 a M5. Na odvodu vzduchu je filtr třídy G4. Dále je osazen rotační výměník pro ZZT, směšovací komora o poměru 45 : 55 (čerstvý vzduch ku cirkulačnímu vzduchu), ventilátor na přívodu i odvodu, vodní ohřívač 80/60 °C, výparníkový chladič s výparnou teplotou 5 °C a eliminátor kapek. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Doprava vzduchu je v oblasti strojovny vzduchotechniky zajištěna čtyřhranným potrubím, v tělocvičně přechází tvar potrubí na kruhové. Potrubí je vedeno v podstřešním prostoru sbíječných vazníků, které tvoří zastřešení tělocvičny. Potrubí je pohledové. Distribuční prvky, dýzy na přívodu a vyústky do kruhového potrubí na odvodu, jsou instalovány přímo do potrubí. Přívodní potrubí tělocvičny bude izolováno minerální vatou tloušťky 40 mm. Potrubí na sání a výfuku je izolováno tepelnou izolací tloušťky 60 mm a je vedené přes fasádu do exteriéru. Tento úsek je společný pro obě zařízení.

C.1.6.2 Zařízení číslo 2 – teplovzdušné větrání zázemí pro sportovce

Teplovzdušné větrání je navrženo pro hygienické větrání prostorů šaten a hygienického zázemí. V šatnách vzniká přetlakové větrání, v hygienickém zázemí podtlakové větrání. Celá zóna i zařízení je vzhledem k okolnímu prostředí rovnotlaké. Objem přiváděného i odváděného vzduchu je 2 950 m³/h s ohledem na pokrytí hygienických požadavků na výměnu vzduchu. Pro obsluhované prostředí bylo vybráno sestavné vzduchotechnické zařízení AeroMaster XP 06 od firmy Remak, a.s.

V zařízení je na přívodu vzduchu osazen filtr třídy M5 a na odvodu vzduchu filtr třídy G4. Dále je osazen deskový výměník pro ZZT, ventilátor na přívodu i odvodu a vodní ohříváč 80/60 °C. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Doprava vzduchu je v celé své délce ve čtyřhranném potrubí. Pro distribuci vzduchu v cílovém prostoru jsou zvoleny talířové ventily montované do podhledu připojené pomocí ohebného potrubí. Potrubí na sání a výfuk je izolováno tepelnou izolací tloušťky 60 mm a je vedené přes fasádu do exteriéru. Tento úsek je společný pro obě zařízení.

C.1.7 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je potřeba zabezpečit následující zdroje energie viz *C.2 Tabulka energetických výkonů*.

C.1.8 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období – vlečná regulace
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu výparnickového chladiče v letním období
- umístění teplotních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavením obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku, měření na straně vzduchu i vody, při poklesnutí teploty:
 - vypnutí ventilátoru
 - uzavření klapek
 - otevření třicestného ventilu
 - spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátoru pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu
- snímání signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

C.1.9 Nároky na související profese

C.1.9.1 Stavební úpravy

Požadavek na odvodnění podlahy ve strojovně vzduchotechniky. Zajištění prostupů v místě křížení vzduchotechnického potrubí se stavebními konstrukcemi. Obložení a dotěsnění prostupů VZT. Zřízení revizních otvorů v šachtách a podhledech v místě požárních a regulačních klapek.

C.1.9.2 Silnoproud

Požadavek na zajištění připojení, spínání i uzemnění vzduchotechnického systému a jeho částí.

C.1.9.3 Vytápění

Požadavek na připojení ohřivačů VZT jednotky na topnou vodu včetně regulačních armatur. Připojení výparnickového chladiče na oběh s chladicí kapalinou.

C.1.9.4 Zdravotechnika

Zajištění odvodu kondenzátu ze vzduchotechnického zařízení a umístění podlahových vpustí ve strojovně vzduchotechniky.

C.1.10 Protihluková a protiotřesová opatření

Veškeré jednotky budou pružně uloženy, pro zabránění šíření otřesů. Potrubí bude připojeno ke VZT jednotce pomocí tlumících vložek. Do rozvodných tras budou přidány tlumiče hluku viz projektová dokumentace.

C.1.11 Izolace

Pro tepelnou izolaci potrubí je navržena minerální vlna s tepelnou vodivostí 0,038 W/m.K. Potrubí pro sání a výfuk vzduchu do exteriéru je zaizolováno tepelnou izolací tloušťky 60 mm. Přívodní potrubí pro zónu 1 je zaizolováno tepelnou izolací tloušťky 40 mm. Podle potřeby jsou navrženy protipožární klapky s požadovanou požární odolností.

C.1.12 Protipožární opatření

Do míst prostupů potrubních rozvodů mezi jednotlivými požárními úseky budou vloženy požární klapky. Při umísťování požárních klapek je potřeba dodržovat požárně bezpečnostní řešení. Všechny prostupy budou dotěsněny protipožární ucpávkou požadované odolnosti.

C.1.13 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Při montáži vzduchotechnického systému se musí dbát na bezpečnostní opatření dle platných předpisů a norem. Montáž musí probíhat v souladu s podklady od výrobce a projektovou dokumentací. Montáž celého systému provádí odborná montážní firma. Zařízení VZT musí být pravidelně kontrolováno a servisováno. Na základě kontrol zanesení filtrů budou probíhat výměny. Obsluha vzduchotechnických zařízení může být prováděna pouze proškolenou osobou.

C.1.14 Závěr

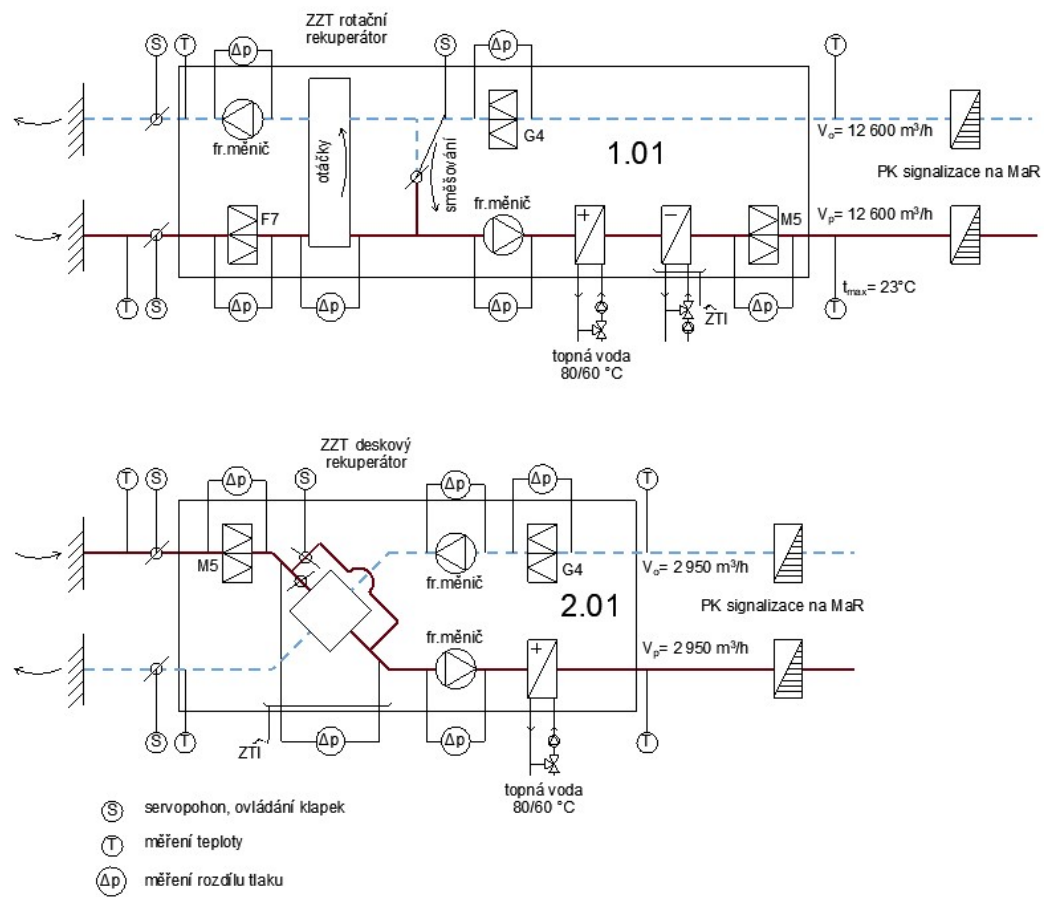
Všechna vzduchotechnická zařízení a rozvody byly navrženy, aby zabezpečily hospodárnost provozu podle platných vyhlášek a norem, typu a charakteru budovy, pro zajištění nároků hygienických výměn vzduchu a pro zajištění tepelné pohody prostředí v daném objektu.

C.2 Tabulka energetických výkonů

Tabulka C.2 Tabulka požadavků na energii

Zařízení č. Pozice	Ventilátor					Elektrina				Ohřev			Chlazení			
	Přívod/odvod	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud	Napětí/frekvence	Topný příkon	Průtok média	Tlaková ztráta	Průtok média	Tlaková ztráta	Kondenzát na výměnících		
-	-	m ³ .h ⁻¹	Pa	ks	kW	kW	A	V/Hz	kW / 60 °C	kg.s ⁻¹	Pa	kg.s ⁻¹	Pa	kg.hod ⁻¹		
1	Zařízení č. 1 - Teplovzdušné vytápění a klimatizace tělocvičny															
1.01	AeroMaster XP 22			1		9,7										
	přívodní ventilátor	P	12 600	211	1	5,5		11,17	3x400/50							
	výparníkový chladič			1									72	21,9		
	vodní ohřívač			1					23,7	0,16	15					
	rotační rekuperátor			1	0,2		6,1	3x230/50			38		44			
	směšovací komora - cirkulace 55 % (45 % čerstvý vzduch)															
	odvodní ventilátor	O	12 600	266	1	4		8,3	3x400/50							
	m = 2 332 kg															
2	Zařízení č. 2 - Teplovzdušné větrání šaten a hygienického zázemí															
2.01	AeroMaster XP 22			1		2,2										
	přívodní ventilátor	P	2 950	238	1	1,1		4,16	3x400/50							
	vodní ohřívač			1					5,3	0,04	8					
	deskový rekuperátor			1							120		163			
	odvodní ventilátor	O	2 950	275	1	1,1		8,3	3x400/50							
	m = 868 kg															

C.3 Regulační schéma



Obrázek C.1 Regulační schéma zařízení 1 a 2

C.4 Technická specifikace

Tabulka C.3 Technická specifikace zařízení číslo 1

SPORTOVNÍ HALA ÚSTÍ NAD ORLICÍ				
Zařízení číslo 1 - teplovzdušné vytápění a klimazizace tělocvičny				
Číslo pozice	Výrobce	Popis	Měrná jednotka	Množství
1.01	Remak	Centrální jednotka AeroMaster XP 22, vnitřní stacionární provedení rám 300 mm přívod i odvod vzduchu 12 600 m ³ /h cirkulace 6 900 m ³ /h přípojný pružný vložky a klapky vývody na čelních plochách, pohon s proměnnými otáčkami ventilátory s volným oběžným kolem a regulátrem otáček filtry na přívodu třídy F7 a M5, na odvodu G4 rotační rekuperátor, směšovací komora 45:55 vodní ohřívač 80/60, eliminátor kapek výparník chladivem R410A	ks	1
1.02	Lindab	Kulisový tlumič SLRS 1 200 x 1 800 / 750 mm kulisa 200 mm, vzdálenost kulis 100 mm, počet kulis 4	ks	1
1.03	Lindab	Kulisový tlumič SLRS 1 500 x 1 500 / 1 000 mm kulisa 200 mm, vzdálenost kulis 100 mm, počet kulis 5	ks	1
1.04	Lindab	Kulisový tlumič SLRS 1 500 x 1 500 / 1 250 mm kulisa 200 mm, vzdálenost kulis 100 mm, počet kulis 5	ks	1
1.05	Lindab	Kulisový tlumič SLRS 1 200 x 1 800 / 1 500 mm kulisa 200 mm, vzdálenost kulis 100 mm, počet kulis 4	ks	1
1.06	Lindab	Protidešťová žaluzie WLA-33-NI 1500 x1450 mm	ks	2
1.07	Lindab	Dýza GTI 400 A, Ø 400 mm	ks	14
1.08	Elektrodesign	Mřížka kruhové potrubí KVK2 800 x 150 mm	ks	12
1.09	Elektrodesign	Mřížka kruhové potrubí KVK2 1 000 x 100 mm	ks	2
1.10	Lindab	Protipožární klapka WK45B 900 x 800 mm	ks	2
1.11	Moravská vzduchotechnika	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu skupina I třída těsnosti C, včetně tvarovek		
		do obvodu 3 500 mm / 50 % tvarovek	bm	22
		do obvodu 5 600 mm / 80 % tvarovek	bm	32
		obvod nad 5 600 mm / 100 % tvarovek	bm	4
1.12	Moravská vzduchotechnika	Kruhové potrubí Spiro pozinkované skupina I, třída těsnosti C, včetně tvarovek		
		průměr Ø 355 mm / 20 %	bm	15
		průměr Ø 500 mm / 35 %	bm	17
		průměr Ø 560 mm / 15 %	bm	16
		průměr Ø 710 mm / 10 %	bm	57
		průměr Ø 1000 mm / 50 %	bm	8
1.13	Isover	Orstech izolace lamelová rohož na hliníkové fólii tl. 40 mm	m ²	94
		Orstech izolace lamelová rohož na hliníkové fólii tl. 60 mm	m ²	202

Tabulka C.4 Technická specifikace zařízení číslo 2

SPORTOVNÍ HALA ÚSTÍ NAD ORLICÍ				
Zařízení číslo 2 - teplovzdušné větrání šaten a hygienického zázemí				
Číslo pozice	Výrobce	Popis	Měrná jednotka	Množství
2.01	Remak	Centrální jednotka AeroMaster XP 06, vnitřní stacionární provedení rám 300 mm přívod i odvod vzduchu 2950 m ³ /h přípojné pružné vložky a klapky, eliminátor kapek vývody na čelních plochách, pohon s proměnnými otáčkami ventilátory s volným oběžným kolem a regulátrem otáček filtr na přívodu třídy M5, na odvodu G4 deskový rekuperátor, vodní ohřevač 80/60 °C	ks	1
2.02	Lindab	Kulisový tlumič SLRS 630 x 630 / 500 mm kulisa 200 mm, vzdálenost kulis 115 mm, počet kulis 2	ks	1
2.03	Lindab	Talířový ventil KI 160; Ø 160 mm	ks	11
2.04	Lindab	Talířový ventil KI 200; Ø 200 mm	ks	2
2.05	Lindab	Talířový ventil KPF 100; Ø 100 mm	ks	7
2.06	Lindab	Talířový ventil KPF 125; Ø 125 mm	ks	10
2.07	Lindab	Talířový ventil KPF 160; Ø 160 mm	ks	14
2.08	Lindab	Talířový ventil KPF 200; Ø 200 mm	ks	2
2.09	Lindab	Protipožární klapka WK25B 650 x 300 mm	ks	2
2.10	Lindab	Protipožární klapka WK25B 500 x 350 mm	ks	2
2.11	Mandik	Regulační klapka RKM 355 x 355 mm (atyp)	ks	1
2.12	Mandik	Regulační klapka RKM 400 x 315 mm	ks	1
2.13	Moravská vzduchotechnika	Čtyřhranné potrubí z pozinkovaného plechu skupina I třída těsnosti C, včetně tvarovek		
		do obvodu 650 mm / 75 % tvarovek	bm	20
		do obvodu 1050 mm / 50 % tvarovek	bm	31
		do obvodu 1500 mm / 40 % tvarovek	bm	30
		do obvodu 1890 mm / 30 % tvarovek	bm	69
		do obvodu 2 630 mm / 100 % tvarovek	bm	7
		do obvodu 3 500 mm / 100 % tvarovek	bm	1
2.14	Elektrodesign	Ohebné potrubí SONOFLEX MI		
		průměr Ø 100 mm	bm	7
		průměr Ø 125 mm	bm	8
		průměr Ø 160 mm	bm	18
		průměr Ø 200 mm	bm	3

ZÁVĚR

Výsledkem teoretické části je seznámení s možnostmi distribučních prvků a přiblížení problematiky řešení distribuce vzduchu ve vysokých halových objektech, které bylo potřeba brát v úvahu při dalším návrhu.

Ve výpočtové části je pro první funkční celek (tělocvična) navržena sestavná vzduchotechnická jednotka s rotačním rekuperátorem pro ZZT, ohřevačem a chladičem. Vzduchotechnické zařízení zajistí pokrytí tepelné zátěže klimatizací v teplém období roku a teplovzdušným vytápěním v chladném období roku. Rozvod vzduchu v tělocvičně je veden v kruhovém potrubí, které ve strojovně VZT přechází na čtyřhranné potrubí. Pro přívodní potrubí je navržena tepelná izolace v tloušťce 40 mm aby se zabránilo povrchové kondenzaci. Zařízení jedna má na přívodu i odvodu navržen tlumič hluku. Pro druhý funkční celek je navržena sestavná vzduchotechnická jednotka s deskovým rekuperátorem pro ZZT a ohřevačem. Zařízení dva zajišťuje celoročně hygienickou výměnu vzduchu celé zóny. Vzduchotechnické rozvody jsou ve čtyřhranném potrubí. Pro přívodní potrubí musel být navržen tlumič hluku. Vzduchotechnické jednotky jsou ve vnitřním provedení ve společné strojovně vzduchotechniky. Pro přivádění a odvádění vzduchu do exteriéru je využito společného sání a výfuku s navrženými společnými tlumiči hluku. Sání a výfuk bude izolován tepelnou izolací tloušťky 60 mm k zamezení povrchové kondenzace.

V projektové části je zpracována projektová dokumentace pro úroveň provádění, technická zpráva, technická specifikace a funkční schémata vzduchotechnických zařízení.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] Hirš, Jiří a Günter Gebauer. *VZDUCHOTECHNIKA v příkladech 1. Prostředí budov*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-486-9.
- [2] DISTRIBUCE VZDUCHU PŘI NUCENÉM VĚTRÁNÍ. *Katedra technických zařízení budov K11125* [Online]. [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/62/distribuce_vzduchu_pri_nucenem_vetrani.pdf.
- [3] Zmrhal, Vladimír Ing., Ph.D. a Ing. Miloš Lain. Prvky větracích a klimatizačních zařízení (II) - 2. část. *tzbinfo* [Online]. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí, 21. 5. 2007 [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/4139-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-ii-2-cast?fbclid=IwAROLKT-DzpnhRBAz-cPaLadoNhx133L3yhr1QbRLDbvFu0PHfhdNivxGbes>.
- [4] Systemair, a.s. BURE Velkoobjemová výust. *Systemair* [Online]. 6. 2020 [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: https://shop.systemair.com/upload/assets/CEN_K_BURE_2020.PDF.
- [5] Lindab s.r.o. RCWB. *Lindab* [Online]. [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/cz/pro/products/pages/rcwb.aspx>.
- [6] MANDÍK, a.s. VASM Vířivý anemostat se stavitelnými lamelami. *Mandík* [Online]. [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vasm>.
- [7] Lindab s.r.o. Trysky. *Lindab* [Online]. [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: http://www.lindab.com/cz/pro/products/Pages/DAD.aspx#drilldown_guid:9ad22e20-b538-4e82-b7c5-4143469a9287;level:all;sub:4.
- [8] SCHAKO s.r.o. Düsenstrahlauslass DSA. *SCHAKO* [Online]. [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: <https://schako.com/de/schako-products/duesenstrahlauslass-dsa/>.
- [9] Lindab s.r.o. Nozzle diffuser GTI. *Lindab* [Online]. 9. 2. 2021 [Citace: 25. 5. 2021]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsdoc/pdf/Documentation/Comfort/Lindab/Technical/GTI.pdf>.
- [10] Halton Oy. Halton HIT Desing. *Halton HIT Design 2020.12.b* [software]. 2020 [Citace: 25. 5. 2021].
- [11] ČSN 12 7010 Z1. *Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení - Obecná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak: 107010.
- [12] Vyhláška č. 6/2003 Sb. *Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb*. Praha: 2003.

- [13] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005. Třídící znak: 730540.
- [14] Rubina, Aleš, Ing. a Ing. Olga Navrátilová a Zdeněk Tesař. Teruna. *TeRuNa v1.0 Beta* [software]. 2002 [Citace: 25. 5. 2021]. Požadavky na systém: Win 98, Win 2000, Win XP; Intel Premium; 32 MB RAM; 200 MB HDD; rozlišení obrazovky 800x600x8.
- [15] ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o. KVK/KVP – výústky do kruhového potrubí. *ELEKTRODESIGN VENTILÁTORŮ S.R.O.* [Online]. [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: file:///C:/Users/domov/Downloads/katalog_kv2-h-10-800x150-vyustka-komfortni_wdfid-KVKP.pdf.
- [16] Lindab s.r.o. Valve KI. *Lindab* [Online]. 15. 10. 2018 [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/Lindab/technical/ki.pdf>.
- [17] Lindab s.r.o. Valve KPF. *Lindab* [Online]. [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/lindab/technical/kpf.pdf>.
- [18] REMAK, a.s. AeroCAD. *AeroCAD 6.8.75* [software]. Rožnov pod Radhoštěm: 2020 [Citace: 26. 5. 2021]. Požadavky na systém: Win 7, Win 8, Win 10.
- [19] Evropská komise. Nařízení komise (EU) č. 1253/2014. *Nařízení ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek*. 30. 7 2020. Celexové číslo: 32014R1253.
- [20] Nařízení vlády č. 241/2018 Sb. *Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb.* Praha: 2018.
- [21] Lindab s.r.o. Rectangular straight attenuator SLRS. *Lindab* [Online]. 9. 3. 2021 [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/lindab/technical/slrs.pdf>.
- [22] Lindab s.r.o. Rectangular Silencers/Splitters. *Lindab* [Online]. 6. 2018 [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/Comfort/Lindab/Mounting/Rectangular%20silencers_installation.pdf.
- [23] Lindab s.r.o. LindQST [software]. 2021 [Citace: 26. 5. 2021]. Dostupné z: <https://www.lindqst.com/>
- [24] Kreidl, M. a R. Šmíd. *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*. Praha: BEN, 2006. ISBN 80-7300-158-6.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

ZZT – zpětné získávání tepla
VZT – vzduchotechnická/vzduchotechnika
MaR – měření a regulace

Fyzikální veličiny

V, q – průtok [l/s], [m³/h]
 D, l – vzdálenost [m]
 K – součinitel [-]
 t – teplota [K], [°C]
 α – úhel [°]
 v – rychlost [m/s]
 φ – relativní vlhkost [%]
 d – tloušťka [m]
 λ – součinitel tepelné vodivosti [W.m⁻¹.K⁻¹]
 R – tepelný odpor [m².K.W⁻¹]
 U – součinitel prostupu tepla [W.m⁻².K⁻¹]
 x – měrná vlhkost [g/kg]
 Q – výkon [W]
 L_w – akustický výkon [dB]

Indexy

v – vzduch
0,3 – rychlost 0,3 m/s
 x – finální
 i – interiér

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obrázek A.1 Schéma skladby VZT systému [1]	12
Obrázek A.2 Přirozená konvekce vzduchu [2]	13
Obrázek A.3 Velkoobjemová výust' BURE [4]	16
Obrázek A.4 Vířivý difuzor řešení s integrovaným boxem [5]	16
Obrázek A.5 Vířivý anemostat se stavitelnými lamelami kruhový [6]	17
Obrázek A.6 Dýza DAD [7]	18
Obrázek A.7 Dýza GTI [7]	18
Obrázek A.8 Ukázka skupiny trysek [8]	19
Obrázek A.9 Návrh dýzy GTI [9]	20
Obrázek A.10 Šířka proudu vzduchu dýzy GTI [9]	20
Obrázek A.11 Diagram součinitele K_4 , k ověření spojení proudů vzduchu [9]	21
Obrázek A.12 Schéma vertikálního přívodu ohřátého vzduchu [9]	22
Obrázek A.13 Schéma ohybu přiváděného vzduchu pro chladný a ohřátý přívod [9]	23
Obrázek A.14 Schéma ohybu přiváděného chladného vzduchu [9]	25
Obrázek A.15 Schéma ohybu přiváděného ohřátého vzduchu [9]	25
Obrázek A.16 Schéma proudění přiváděného ohřátého vzduchu vertikálně [9]	26
Obrázek A.17 Izotermní proudění vzduchu [10]	27
Obrázek A.18 Proudění při $\Delta t = 1,5 \text{ K}$ [10]	28
Obrázek A.19 Proudění při $\Delta t = 3,0 \text{ K}$ [10]	28
Obrázek A.20 Proudění při $\Delta t = -2,0 \text{ K}$ [10]	29
Obrázek A.21 Proudění při $\Delta t = -4,0 \text{ K}$ [10]	29
Obrázek A.22 Proudění při $\Delta t = -5,5 \text{ K}$ [10]	30
Obrázek B.1 Funkční zóny 1NP	33
Obrázek B.2 Funkční zóny 2NP	33
Obrázek B.3 Průběh tepelných zisků tělocvična (Teruna) [14]	39
Obrázek B.4 Dýza GTI [9]	43
Obrázek B.5 Dýza GTI výběrové diagramy [9]	44
Obrázek B.6 Výústka do kruhového potrubí [15]	45
Obrázek B.7 Přívodní talířový ventil řady KI a dimenze [16]	46
Obrázek B.8 Talířový ventil řady KI Ø200 mm [16]	46
Obrázek B.9 Odvodní talířový ventil řady KPF a dimenze [17]	47
Obrázek B.10 Talířový ventil řady KPF Ø 160 mm [17]	47
Obrázek B.11 Dimenzační schéma 2.NP	49
Obrázek B.12 Dimenzační schéma 1.NP	50
Obrázek B.13 Výřez Dimenzační schéma 1.NP	51
Obrázek B.14 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 1 [18]	62
Obrázek B.15 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 2 [18]	63
Obrázek B.16 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 3 [18]	64
Obrázek B.17 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 4 [18]	65
Obrázek B.18 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 5 [18]	66

Obrázek B.19 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 6 [18]	67
Obrázek B.20 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 7 [18]	68
Obrázek B.21 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 8 [18]	69
Obrázek B.22 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 9 [18]	70
Obrázek B.23 Vzduchotechnické zařízení č. 1, str. 10 [18]	71
Obrázek B.24 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 1 [18]	72
Obrázek B.25 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 2 [18]	73
Obrázek B.26 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 3 [18]	74
Obrázek B.27 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 4 [18]	75
Obrázek B.28 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 5 [18]	76
Obrázek B.29 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 6 [18]	77
Obrázek B.30 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 7 [18]	78
Obrázek B.31 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 8 [18]	79
Obrázek B.32 Vzduchotechnické zařízení č. 2, str. 9 [18]	80
Obrázek B.33 H-x diagram úprava vzduchu zařízení 1.....	81
Obrázek B.34 H-x diagram úprava vzduchu zařízení 2.....	82
Obrázek B.35 Tlumič a šířka kulisy [21].....	83
Obrázek B.36 Tlumič výběrový diagram [22].....	83
Obrázek B.37 Hodnoty útlumu hluku tlumiče s = 100 mm [21]	84
Obrázek B.38 Grafické zobrazení váhových filtrů [24].....	84
Obrázek B.39 Návrh izolace přívodní potrubí zóna 1 zima [14].....	91
Obrázek B.40 Návrh izolace přívodní potrubí zóna 1 léto [14].....	91
Obrázek B.41 Návrh izolace výfuk zima [14].....	92
Obrázek B.42 Návrh izolace sání zima [14]	92
Obrázek C.1 Regulační schéma zařízení 1 a 2	102

Tabulky

Tabulka A.1 Tabulka koeficientů pro ohyb vzduchu dána výrobcem [9].....	24
Tabulka B.1 Návrhové parametry zón	32
Tabulka B.2 Klimatické podmínky Ústí nad Orlicí [11].....	34
Tabulka B.3 Požadavky na mikroklimatické podmínky [12]	35
Tabulka B.4 Výpočet tepelných odporů [13]	36
Tabulka B.5 Výpočet tepelných ztrát zóna jedna	37
Tabulka B.6 Průtoky vzduchu tělocvična (červená zóna).....	40
Tabulka B.7 Průtoky vzduchu šatny a hygienické zázemí (modrá zóna).....	42
Tabulka B.8 Velikosti dýza GTI [9].....	44
Tabulka B.9 Výběr odvodní vyústky do kruhového potrubí [15]	45
Tabulka B.10 Distribuční prvky zařízení 1 a 2	48
Tabulka B.11 Dimenzování přívod zařízení číslo 1 – hlavní větev.....	52
Tabulka B.12 Dimenzování přívod zařízení číslo 1 – vedlejší větev	53
Tabulka B.13 Dimenzování odvod zařízení číslo 1 – hlavní větev	54
Tabulka B.14 Dimenzování odvod zařízení číslo 1 – vedlejší větev	55

Tabulka B.15 Dimenzování přívod zařízení číslo 2 – hlavní větev	56
Tabulka B.16 Dimenzování přívod zařízení číslo 2 – vedlejší větve	57
Tabulka B.17 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – hlavní větev	58
Tabulka B.18 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – vedlejší větve 1. část	59
Tabulka B.19 Dimenzování odvod zařízení číslo 2 – vedlejší větve 2. část	60
Tabulka B.20 celkové tlakové ztráty	60
Tabulka B.21 Hodnoty útlumu hluku tlumiče 1 500 x 1 500; s = 100 mm; řádek L_w [23]	84
Tabulka B.22 Výpočet akustické hladiny hluku pro odvodní potrubí zař. 1	85
Tabulka B.23 Výpočet akustické hladiny hluku pro přívodní potrubí zař. 1 a součet obou potrubí	86
Tabulka B.24 Výpočet akustické hladiny hluku pro přívodní potrubí zař. 2	87
Tabulka B.25 Výpočet akustické hladiny hluku pro odvodní potrubí zař. 2	88
Tabulka B.26 Výpočet akustické hladiny hluku pro společné sání	89
Tabulka B.27 Výpočet akustické hladiny hluku pro společný výfuk	90
Tabulka B.28 Návrh tlumičů hluku podle zóny a pozice	90
Tabulka C.1 Tabulka místností vnitřní podmínky prostředí	95
Tabulka C.2 Tabulka požadavků na energii	101
Tabulka C.3 Technická specifikace zařízení číslo 1	103
Tabulka C.4 Technická specifikace zařízení číslo 2	104

PŘÍLOHY

01 Půdorys vzduchotechniky 1. NP

02 Půdorys vzduchotechniky 2. NP

03 Řezy vzduchotechnika

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika sportovní haly* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Zdeněk Lechnýř
podpis autora